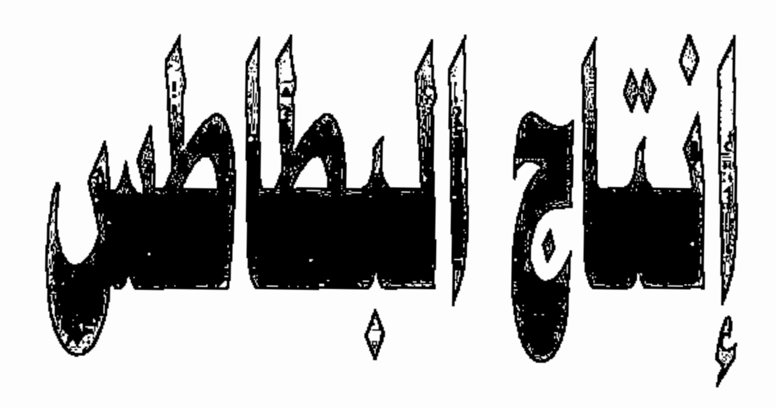
# إنتاج البطاطس

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة




تأليف

أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن

أستاذ ورئيس قسم الخضر

كلية الزراعة - جامعة القاهــرة

الطبعة الأولى

١٩٩٩

الدار العربية للنشر والتوزيع

# حقوق النشر

سلسلة محاصيل الخضر . تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة



رقم الإيداع : ٩٩/١٥٧٣

I. S. B. N. : 977- 258-136-1



للدار العربية للنشر والتوزيع

٣٢ شارع عباس العقاد – مدينة نصر

ت : ٢٧٥٣٣٣٥ فاكس : ٢٧٥٣٣٨٨

# المقدمة

مرّ أكثر من عشر سنوات على صدور الطبعة الأولى من هذا الكتاب ، نُشرت خلالها آلاف الأبحاث والدراسات والكتب التى تناولت مختلف جوانب محصول البطاطس ؛ الأمر الذى تطلب تحديثًا شاملاً للكتاب. ونظرًا لأن الطبعة الأولى من هذا الكتاب لاقت ترحيبًا كبيرًا من جانب جميع فئات المهتمين بالمحصول – سواء كانوا من طلبة مرحلة البكالوريوس ، أم من الباحثين ، أم المنتجين – لذا .. فقد راعيت فى تأليف هذه الطبعة – كذلك – احتياجات هذه الفئات ، بالإضافة إلى احتياجات المُصدرين والمشتغلين بتصنيع المحصول . وقد انعكس ذلك على جميع المواضيع التى تناولها الكتاب ؛ حيث جمعَت جميعُها بين الجوانب العلمية وتطبيقاتها العملية .

يحتوى الكتاب على اثنى عشر فصلاً ، تناولت التعريف بالمحصول وأهميته الغذائية والإقتصادية ( الفصل الأول ) ، والوصف النباتى ( الفصل الثانى ) ، ومواصفات الأصناف التجارية الهامة ( الفصل الثالث ) ، واحتياجات البطاطس البيئية من تربةٍ وعوامل جويةٍ ( الفصل الرابع ) ، وتقنيات زراعة المحصول ، سواء منها ما يتعلق بالتقاوى وطرق الزراعة ( الفصل الخامس ) ، أم بعمليات الخدمة الزراعية ( الفصل السادس ) .

وقد استحوذ الجانب الفسيولوجى للمحصول وما يرتبط به من أمورٍ تطبيقيةٍ على ما يستحقه من اهتمامٍ ؛ حيث تناولنا بالشرح المفصل مواضيع نمو وتطور نبات البطاطس ، وعلاقة ذلك بكافة العوامل البيئية ( الفصل السابع )، وصفات الجودة ، وخاصة تلك المرتبطة بالصلاحية للاستهلاك والتصنيع ( الفصل الثامن ) ، والعيوب الفسيولوجية والنموات غير الطبيعية ؛ من حيث أعراضها ، ومسبباتها ، ووسائل تجنب حدوثها ( الفصل التاسع ) .

أما بقية فصول الكتاب ، فقد تناولت أمورًا تحظى بكثيرٍ من الاهتمام ؛ وهى : عمليات حصاد المحصول ، وتداوله ، وتخزينه ( الفصل العاشر ) ، وإنتاج التقاوى ( الفصل الحادى عشر ) ، والأمراض والآفات ومكافحتها ( الفصل الثانى عشر ) . وكان

هـذا الفصل الأخير أكبر فصول الكتاب من حيث عدد الصفحات ؛ نظرًا لأهمية موضوع الأمراض والآفات من ناحيةٍ ، وليكون الكتاب شاملاً لكافة احتياجات قارئه مـن ناحيـةٍ أخرى .

وبالله التوفيق .

أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن

# مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم . ولا شك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها . ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفسها ، الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً ، طلابًا وطالبات ، علماء ومثقفين مفكرين وسياسين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغةً عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم ، لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت – فيما مضى – علوم الأمم الأخرى ، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية ، فكانت لغة العلوم والأدب ، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة .

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى . فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب ، ولم ينكر الأوروبيون ذلك ، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق ، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف ، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم ، وأن غيرها ليس بأدق منها ، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى ، ثم البريطانى والفرنسى ، عاق اللغة عن النمو والتطور ، وأبعدها عن العلم والحضارة ، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير ، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة ، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء ، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها ، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة ، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب فى ذلك الحين ، سواء فى الطبع ، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضاح ، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد ، وسادت لغة المستعمر . وفُرضت على أبناء الأمة فرضًا ، إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية .

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها ، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه . فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته ، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة ، يشككون فى قدرة اللغة العربية على استيعاب الحضارة الجديدة ، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر : " علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر ، فإذا حكمت لغتنا الجزائر ، فقد حكمناها حقيقة " .

فهل لي أن أوجه نداء إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر – في أسرع وقت ممكن – الى اتخاذ التدابير ، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس في جميع مراحل التعليم العام ، والمهنى ، والجامعى ، مع العناية الكافية باللغات الاجنبية في مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم . وكلنا ثقة من ايمان العلماء والأساتذة بالتعريب ، نظرا لأن استعمال اللغة القومية في التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى ، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية ، ويرتفع بمستواه العلمى ، وذلك يعتبر تاصيلاً للفكر العلمى في البلاد ، وتمكينا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها في التعبير عن حاجات المجتمع ، والفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم .

ولا يغيب عن حكوماتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة، او تكاد تتوقف، بل تحارب احيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية في سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الاستعمار في نفوسهم عقدًا وأمراضا ، رغم انهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها في العالم لا يزيد على خمسة عشر مليون يهوديًا ، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل امة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والأدب والتقنية ، كاليابان ، واسبانيا، وألمانيا ، ودول أمريكا اللاتينية ، ولم تشك أمة من هذه الأمم في قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة ، فهل أمة العرب أقل شأنا من غيرها ؟! .

واخيرا .. وتمشيًا مع اهداف الدار العربية للنشر والتوزيع ، وتحقيقًا لأغراضها في تدعيم الإنتاج العلمى ، وتشجيع العلماء والباحثين في اعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه الى رحاب لغتنا الشريفة ، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدا من ضمن ما نشرته – وستقوم بنشره – الدار من الكتب العربية التى قام بتاليفها او ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة .

وبهذا ... ننفذ عهدا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى ، وفيما أراده الله تعالى لنا من جهاد فيها .

وقد صدق الله العظيم حينما قال في كتابه الكريم : ﴿ وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون وستردون إلى عالم الغيب والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون ﴾

محمد أحمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

# محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

# الباب الأول

## تعريف بالبطاطس وأهميتها

تعد البطاطس من أهم محاصيل الخضر فى العالم العربى، وفى عــددٍ كبــيرٍ مــن دول العالم، خاصة فى الأمريكتين وأوروبا. وهى تتبع العائلة الباذنجانية Solanaceae؛ وهــى العائلة التى تضم أيضًا الطماطم والفلفل والباذنجان ، بالإضافة إلــى خضــروات أخــرى ثانويةٍ هى الحلويات ( الحرنكش ) ، وشجرة الطماطم . وتضم العائلة نحو ٩٠ جنسًــا ، وحوالى ٢٠٠٠ نوع . وتسمى نسبةً إلى الجنس *Solanum* ؛ الذى تنتمى إليه البطاطس ، والذى يعد أهم وأكبر أجناس العائلة .

ينتمى إلى الجنس *Solanum* أنواع يزيد عددها عما ينتمى إلى أى جنسٍ آخر مزروعٍ؛ وهى – على وجه التحــديد – ٢٣٥ نوعًا؛ منها سبعة أنواعٍ مزروعةٍ وتكون درنــــات، و ٢٢٨ نوعًا بريًا تنتشر – بصورةٍ خاصةٍ – فى المناطق الجبلية المرتفعة من أمريكـــا الجنوبية ( عن Hawkes ١٩٩٠ ) .

تعرف البطاطس علميًا باسم .*Solanum tubersum* L ، وفى الإنجليزية باسم Potato ، أو Irish Potato نسبةً إلى أيرلندا التى انتشرت فيها زراعة البطاطس بعد انتقالها إليـــها من أمريكا الجنوبية عقب اكتشافها . وتعرف البطاطس باسم " بطاطا " فى عديدٍ من الدول العربية ، بينما يعرف محصول البطاطا ( الــذى يتبع العائلة العليقية ) باســم " البطاطــا الحلوة " فى هذه الدول .

هذا .. ويميز تحت نوعين من النوع *tuberosum*؛ هما *S. tuberosum* spp. *tuberosum*، وهو الــذى تنمو سلالاته بريًا فى شيلى ، و *S. tuberosum* spp. *andigena* ، وهو الــذى تنمو سلالاته بريًا فى كلٍ من بيرو وبوليفيا (Foldo ١٩٨٧)، وتحتوى جميـــع أصنـــاف البطاطس التجارية الحالية على عديدٍ من الجينات التى حصلت عليها مــن تحــت النــوع *andigena* (عن Hermsen ١٩٨٧) .

## الموطن وتاريخ الزراعة

يتفق العلماء على أن موطن البطاطس هو أمريكا الجنوبية ، وقد نقلت من أمريكا الجنوبية إلى أوروبا بواسطة مستكشفى أمريكا الأوائل من الإسبانيين خلال القرن السادس عشر . وظلت زراعتها مقتصرة على حدائق الخضر المنزلية لمدة قرنين قبل أن يبدأ إنتاجها على نطاق تجارى ، إلا أنها انتشرت سريعا بعد ذلك فى أوروبا الغربية ، وأصبحت أحد أهم الأغذية التى تعتمد عليها شعوب هذه المنطقة فى معيشتها ، وتدل على ذلك المجاعة التى اجتاحت أيرلندا خلال الفترة من سنة ١٨٤٥ حتى سنة ١٨٤٧ ؛ بسبب إصابة محصول البطاطس بمرض الندوة المتأخرة بشكل وبائى قضى عليه؛ وتسبب فى موت وهجرة الملايين من سكان أيرلندا فى تلك الآونة. وقد انتقلت البطاطس إلى أمريكا الشمالية عن طريق أوروبا بواسطة المهاجرين الإسكتلنديين والأيرلنديين .

ويتفق العلماء على أن البطاطس لم تنتقل إلى أوروبا سريعا بعد اكتشاف العالم الجديد فى عام ١٩٤٢ (Fuchs-Eckert ١٩٩٣)، وذلك لأنها من المحاصيل التى تنمو فى جبال الإنديز بأمريكا الجنوبية ، وهى لم تكتشف بواسطة الرحالة الإسبان إلا فى عام ١٥٣٢ بواسطة Pizarro . ولم يرد ذكر البطاطس فى المخطوطات التاريخية قبل عام ١٥٣٧؛ حيث ذكر وجودها فى منطقة تقع الآن فى كولومبيا ، كما لم تذكر البطاطس فى أى تقرير منشور حتى عام ١٥٥٢ ، وكان ذلك بواسطة Francisco Lopez de Gomara .

وعلى الرغم من عدم اكتشاف أية وثائق تدل على تاريخ انتقال البطاطس إلى العالم القديم ، إلا أنه جرت محاولات عديدة لاستنباط موعد تقريبى لذلك الانتقال التاريخى . وكان التاريخ المتفق عليه هو عام ١٥٧٠، وهو الذى توصل إليه R. N. Salaman من دراساته فى هذا الشأن ، إلا أن الدراسات الحديثة التى أجراها Hawkes & Francisco-Ortega (١٩٩٣) أوضحت بأدلة جديدة أن البطاطس نقلت من أمريكا الجنوبية إلى جزر الكنارى – أولاً – وليس إلى إسبانيا مباشرة حوالى عام ١٥٦٢ ، ثم منها إلى إسبانيا بعد ذلك بقليل .

ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة البطاطس يراجع كل من Hedrick (١٩١٩) ، و Simmonds (١٩٧٦) ، و Hawkes (١٩٧٨) ، و Howard (١٩٧٨) ، و Foldo (١٩٨٧) ، و Hawkes & Francisco-Ortega (١٩٩٣) .

وقد أدخلت زراعة البطاطس – لأول مرة – فى مصر فى عهد محمد علـــى ، ولكــن زراعتها لم تنجح بسبب أعفان التقاوى. وفى عام ١٨٩٠ قام بعض اللبنـــانيين بزراعـــة البطاطس على نطاقٍ ضيق فى محافظة الدقهلية. وفى نهاية القرن التاسع عشر استُوردت تقاوى صنف البطاطس بورتس Portus من فرنسا، وزرعت بنجاحٍ على ضفـــاف النيـــل بمنطقة الوراق بمحافظة الجيزة . واستمرت زراعة البطاطس بعد ذلك بنجاح على ضفاف النيل فى مساحات صغيرة بمحافظتى البحيرة والغربية .

وخلال الحرب العالمية الأولى ازدهرت زراعة البطاطس فى مصر بسبب استيراد قيادة الجيش الإنجليزى فى مصر – فى ذلك الوقت – لتقاوى البطاطس من بريطانيا، وتوزيعـــها مجانًا على المزارعين مقابل توريد طنين إلى أربعة أطنان من المحصول لكل طـــنٍ مـــن التقاوى التى يتسلمها المزارع ، مع بيع بقية المحصول للجيش الإنجليزى. وقـــد امتـــدت زراعة البطاطس – بعد ذلك – لتشمل مركزى كوم حمادة وكفر الزيات. ومـــع اســـتمرار التوسع فى زراعة البطاطس تبين للكثير من المزارعين أنها من المحـــاصيل المربحـــة ؛ الأمر الذى دفعهم إلى شراء البطاطس من الخارج – بأنفسهم – لزراعتها فى مصر .

## الاستعمالات ، والقيمة الغذائية

تعتبر البطاطس من أكثر الخضر استعمالاً ، وتستهلك كميات كبيرة منها فـــى صـــورة مصنّعة ؛ حيث توجد العشرات – وربما المئات – من منتجات البطاطس المصنّعـــة التـــى يمكن الإطلاع على تفاصيلها فى المراجع التى تتوسع فى الجانب التصنيعى للبطـــاطس ؛ مثل : Talburt & Smith ( ١٩٥٩ ) ، و Smith ( ١٩٦٨ ) .

ويحتوى كل ١٠٠ جم من درنات البطاطس المقشرة على ٧٩,٨ جم ماء، و ٧٦ سعرًا حراريًا، و ٢,١ جم بروتينًا، و ٠,١ جم دهـــونًا، و ١٧,١ جم مـــواد كـــربوهيدراتية ، و ٠,٥ جم أليافًـــا، ٠,٩ جم رمادًا، ٧ ملليجرام كالسيوم ، و ٥٣ ملليجرام فـــوسفورًا ، و ٠,٦ ملليجرام حديدًا، و ٣ ملليجرام صوديوم، و ٤٠٧ ملليجـــرام بوتاســـيوم، و ٢٢ ملليجرام مغنسيوم ، وآثار من فيتامين أ ( فى الأصناف ذات اللـــب الأبيـــض ) ، و ٠,١ ملليجرام ثيامين ، و ٠,٤ ملليجرام ريبوفلافين، و ١,٥ ملليجرام نياسين، و ٢٠ ملليجرام حامض الأسكوربيك Watt & Merrill ( ١٩٦٣ ) .

تنتج وحدة المساحة من البطاطس مادة جافـــة وبروتينًا أكثر مما تنتجه مساحة مماثلة من محاصيل الحبوب الرئيسية التى يعتمد عليها العالم فى غذائـــه (جـــدول١-١)، لكـــن

الإنسان يحتاج إلى أن يستهلك من البطاطس ثلاثة أضعاف ما يستهلكه من الحبوب لكي يحصل على نفس عدد السعرات الحرارية؛ وذلك بسبب انخفاض نسبة المادة الجافة في البطاطس، بالمقارنة بالحبوب (Gray & Hughes ١٩٧٨) .

جدول ( ١-١ ) : مقارنة بين البطاطس ومحاصيل الغذاء الرئيسية فى العالم من حيث كمية المادة الجافة والبروتين التى تنتج من وحدة المساحة .

| المحصول | الكمية المنتجة ( طن / هكتار ) | |
|---|---|---|
| | المادة الجافة | البروتين |
| القمح | ١,٣٠ | ٠,١٥٦ |
| الأرز | ١,٩٧ | ٠,١٧٢ |
| الذرة | ٢,١٣ | ٠,٢٢٤ |
| الشعير | ١,٤٦ | ٠,١٤٨ |
| الدُخن - الذرة الرفيعة | ٠,٧٣ | ٠,٠٦٦ |
| البطاطس | ٢,٩٣ | ٠,٢٢٦ |
| البطاطا - اليام | ٣,٨٢ | ٠,٢٨٠ |
| الكاسافا | ٤,٩٢ | ٠,١١٥ |
| فول الصويا | ٢,٦٢ | ١,٠٤٣ |

**وبمقارنة البطاطس مع الخبز وزناً بوزنٍ من حيث القيمة الغذائية ، يتضح ما يلى :**

١ - تحتوى البطاطس على نحو ثلث ما يحتويه الخبز من السعرات الحرارية .

٢ - تتساوى البطاطس مع الخبز فى كلٍّ من البروتين ومجموعة فيتامينات ب .

٣ - يعد كلاهما فقيرًا فى فيتامين أ .

٤ - تعتبر البطاطس الحديثة الحصاد أغنى من الخبز فى فيتامين ج .

٥ - تتساوى البطاطس مع الخبز أو تتفوق عليه كمصدرٍ للحديد ، لكن كليهما يعد فقيرًا فى كلٍّ من الفوسفور والكالسيوم .

ومن جهةٍ أخرى .. نجد أن حقلا من القمح يتحصل منه على نحو ٦٣٪ من السعرات الحرارية التى يمكن الحصول عليها من حقل مساوٍ من البطاطس إذا استخدم الدقيق الأبيض فى صناعة الخبز . وتزداد هذه النسبة إلى ٨١٪ عند استخدام الدقيق الكامل فى صناعة الخبز .

ونظرًا لأن البطاطس تعتبر أحد محاصيل الخضر القليلة التي يمكن أن يستهلكها الإنسان بكميات كبيرة نسبيًا؛ لذا فإنها يمكن أن تشكل مصدرًا هامًا لعديد من العناصر الغذائية . وقد كان مزارعو أيرلندا يستهلكون البطاطس فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر بمعدل نحو أربعة كيلو جرامات للفرد يوميًا . وتكفى هذه الكمية لإمداد الإنسان بكافة احتياجاته اليومية من السعرات الحرارية ، والبروتين ، والمعادن ، والفيتامينات ، فيما عدا فيتامين أ ، د (Burton ١٩٤٨) .

وتتراوح نسبة المادة الجافة فى درنات البطاطس بين ١٦٪ و ٢٢٪ وقد تقل عن هذا المدى ، أو تزيد عليه فى أصناف معينة . وينخفض محتوى المادة الجافة فى الجلد ، والقشرة الخارجية ، والنخاع ، مقارنة بالأجزاء الأخرى للدرنة ، ويبلغ تركيز المادة الجافة أعلى مداه حول الحزم الوعائية، كما يكون تركيزها أعلى قليلاً عند الطرف القاعدى للدرنة؛ مقارنة بالطرف القمى .

وتتراوح نسبة النشا فى درنات البطاطس من ١٢,٤٪ إلى ١٧,٨٪ حسب الصنف وظروف الإنتاج، أما نسبة السكريات، فتتراوح بين ٠,٢٪ و ٦,٨٪ .

وتوجد اختلافات وراثية بين أصناف البطاطس فى محتوى درناتها من البروتين الذى وجد فى إحدى الدراسات أنه يتراوح من ٦,٢٥٪ إلى ١٥٪ (على أساس الوزن الجاف) فى الأصناف المختلفة. ويزيد النيتروجين الكلى فى درنات البطاطس بزيادة التسميد الآزوتى (عن Rouchaud وآخرين ١٩٨٦) .

يحتوى بروتين البطاطس على كميات كبيرة من جميع الأحماض الأمينية ، فيما عدا تلك المحتوية على الكبريت ، وهى المثيونين methionine ، والسيستاين cystine ، ولكن بروتين البطاطس غنى فى الحامض الأمينى الضرورى ليسين lysine الذى تفتقر إليه محاصيل الحبوب. ويتساوى بروتين البطاطس مع البروتين الحيوانى فى نسبة ما يحتويه كل منهما من الليسين .

ويعادل بروتين البطاطس بروتين فول الصويا فى قيمته البيولوجية ؛ حيث يبلغ فى المتوسط ٧٠٪ من القيمة البيولوجية لبروتين البيض. ويبين جدول ( ١-٢ ) مقارنةً بين بروتين البطاطس وبروتين عددٍ من الأغذية الأخرى، والأحماض الأمينية التى تفتقر إليها كل منها .

ويتكون البروتين الذائب من نوعين هما : التيوبرين tuberin ، والتيوبرينين بنسبة ٧٠٪ و ٣٠٪ على التوالى، وهما يتشابهان فى محتوى كلٍّ منهما من الأحماض الأمينية.

جدول ( ١-٢ ) : القيمة البيولوجية لبروتين البطاطس ، مقارنة ببروتين عدد من الأغذية الهامة الأخرى ( عن Horton & Sawyer ١٩٨٥ ) .

| الغذاء | القيمة البيولوجية [أ] | الأحماض الأمينية المحددة [ب] |
|---|---|---|
| البيض | ١٠٠ | -- |
| السمك | ٧٥ | التربتوفان |
| البطاطا | ٧٥ | المحتوية على الكبريت |
| الأرز | ٧٥ | الليسين |
| البطاطس | ٧٠ | المحتوية على الكبريت |
| بدور دوار الشمس | ٧٠ | المحتوية على الكبريت |
| دقيق فول الصويا | ٧٠ | الليسين |
| دقيق الفول السودانى | ٧٠ | المحتوية على الكبريت |
| حليب البقر | ٦٠ | المحتوية على الكبريت |
| الدُخن | ٦٠ | الليسين |
| البسلة | ٦٠ | المحتوية على الكبريت |
| دقيق القمح | ٥٠ | الليسين |
| دقيق الذرة | ٤٥ | التربتوفان |
| الفاصوليا الجافة | ٤٢ | المحتوية على الكبريت |
| الكاسافا | ٤٠ | المحتوية على الكبريت |

أ – تمثل القيمة البيولوجية نسبة استفادة الجسم من البروتين بسبب وجود نقص نسبى فى واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية فى البروتين. يلاحظ أن بروتين البيض يُستفاد منه بصورة كاملة لوجود جميع الأحماض الأمينية فيه فى حالة توازن تام .

ب – الأحماض الأمينية المحددة لمدى استفادة الجسم من البروتين بسبب نقصها النسبى فيه .

وتختلف نسبة البروتين فى البطاطس الطازجة عنه فى البطاطس المعدة للأكل بطرق مختلفة ؛ فهى تبلغ ( على أساس الوزن الطازج ) ١,٩٦٪ فى البطاطس الطازجة ، و ١,٩٣٪ فى البطاطس المعلبة، ٢,٤٣٪ فى البطاطس المجهزة فى الفرن، و ٣,٧٣٪ فى

البطاطس المحمرة . ويرجع ذلك إلى اختلاف البطاطس المعدة بالطرق المختلفة فى محتواها من الرطوبة .

ولا يشكل البروتين سوى ٢٨٪-٥١٪ من النيتروجين الكلى فى درنات البطاطس . ويعنى ذلك أن البطاطس تعتبر غنية نسبيًا فى الأحماض الأمينة الحرة، ومن أهمها : التيروزين tyrosine الذى يزيد تركيزه الحر عمّا هو موجود فى دقيق القمح الكامل ، والأرجينين arginine الذى يوجد بتركيز مرتفع ، والليسين lysine ، والهستدين histidine. وتعتبر البطاطس فقيرة نسبيًا فى الحامضين الأمينيين : ميثيونالين methionine ، وسيستاين cystine ( Smith ١٩٦٨ ) .

ويمكن القول إجمالاً إن المحتوى النيتروجينى لدرنات البطاطس يتراوح بين ٠,١١٪ و ٠,٥٨٪ وأن البروتين الذائب يشكل نحو ٣٠٪-٥٠٪ من هذه الكمية ، بينما تشكل المواد البروتينية غير الذائبة حوالى ١٠٪ ؛ أما بقية الكمية ، فتوجد غالبًا على صورة أميدات ، وتتشكل مع حامضين أمينيين ( هما الجالوتامين ، والأسبارجين ) أكثر من ٥٠٪ من النيتروجين غير البروتينى .

وتعد البطاطس من الأغذية المتوازنة فيما يتعلق بنسبة محتواها من البروتين إلى محتواها من السعرات الحرارية ؛ بحيث إذا تم تناول كميةٍ تكفى لمد الجسم بقدر جوهرى من السعرات الحرارية ، فإنها تمده - كذلك - بقدر معنوىٍ من البروتين ؛ وهى تتفوق فى هذا الشأن على غيرها من المحاصيل الدرنية الأخرى .

وترتفع نسبة الكاروتين فى درنات البطاطس ذات اللون الداخلى الأصفر كثيرًا عما فى الدرنات البيضاء ؛ فتبلغ نحو ١٣٨ ملليجرام بكل مئةِ جرامٍ فى الصفراء ، بينما لا تتعدى ٠,٠٢١ ملليجرام فى كل مئة جرامٍ من البيضاء .

ويتباين كثيرًا محتوى درنات البطاطس من حامض الأسكوربيك باختلاف الصنف ومنطقة الزراعة . فمثلاً وجد Mullin وآخرون (١٩٩١) - فى كندا - أن المدى تراوح فى سبعة أصناف من البطاطس بين ١٢,٤ ، و ١٨,١ مجم/١٠٠جم . وقد سبقت الإشارة إلى أن المتوسط العام لمحتوى البطاطس من حامض الأسكوربيك (فيتامين ج) يبلغ ٢٠ ملليجرام فى كل مئة جرامٍ ، إلا أن هذه النسبة ترتفع إلى ٢٦ ملليجرام ٪ فى الدرنات الحديثة الحصاد، وتنخفض مع التخزين إلى النصف فى خلال ثلاثة أشهر ، وإلى الثلث بعد ثلاثة أشهر أخرى .

كما يتأثر محتوى الدرنات من فيتامين ج ببعض معاملات المبيدات الحشرية ؛ فمثلاً تؤدى المعاملة بالألديكارب Aldicarb إلى زيادة الفيتامين فى الدرنات بنحو ٢٠٪. ويستمر تأثير المعاملة واضحا خلال التخزين فى المخازن المبردة .

ويستدل من دراسات Mondy وآخرين (١٩٩٣) على أن محتوى درنات البطاطس من حامض الأسكوربيك يزداد عند التسميد بكبريتات الزنك بمعدل ١١٢ كجم/هكتار .

ويصل تركيز فيتامين ج فى الدرنات إلى أعلى مستوى له عند بداية اصفرار الأوراق، ثم ينخفض بعد ذلك إذا تأخر الحصاد . وهو يوجد فى صورتيه : المختزلة ( حامض الأسكوربيك Ascorbic acid )، والمؤكسدة ( دى هيدرو حامض الأسكوربيك Dehydro ascorbic acid ) وتوجد الصورة الأخيرة بنسبة صفر-١٤٪ فقط ، ولا يستفيد منها الجسم ؛ لأنها تتحول عند الطهى إلى حامض داى كيتو جيولونك Diketogulonic acid؛ وهو حامض لا يختزل ثانية إلى حامض الأسكوربيك؛ وبذا يعد تكونّه فقداً لجزء من محتوى الدرنة من الفيتامين ( Gray & Hughes ١٩٧٨ ) .

وعلى الرغم من أن البطاطس تعد من الأغذية الفقيرة فى النياسين ، إلاّ أنها تعد من أغنى محاصيل الخضر فى هذا الفيتامين ، كما تحتوى البطاطس عل كميات محسوسةٍ من البيريدوكسن Pyridoxin ، وفيتامين ك (K) ، والبيوتين Biotin ، والإنوسيتول Inositol ، وحامض البانتوثينك Pantothenic acid .

وتحتوى البطاطس على معظم العناصر التى يفتقر إليها اللبن (الحليب) ؛ مثل : الحديد، والنحاس ، والمنجنيز ، واليود . وهى تعد مصدراً جيداً لكلٍ من : البوتاسيوم ، والفوسفور ، والحديد ، والمغنيسيوم ، ولكنها فقيرة فى الكالسيوم (جدول ١-٣) .

تحتوى البطاطس على عددٍ من الأحماض العضوية من أهمها : حامض الأوكساليك oxalic ، والستريك citric ، والماليك malic ، والسكّنك succinic ، والطرطريك tartaric (Hardenburg ١٩٤٩) .

هذا .. وكل ١٠٠ جم من البطاطس المسلوقة تمد الفرد البالغ بالنسب المئوية التالية من احتياجاته اليومية من مختلف الفيتامينات : حامض الأسكوربيك ٥٠٪ ، الثيامين ٨٪-١٠٪ ، والنياسين ٨٪-١٠٪ ، وفيتامين ب٦ ١٠٪-١٢٪ ، وحامض الفوليك ٦٪ ، وحامض البانتوثنيك ٤٪-٨٪ (عن Horton & Sawyer ١٩٨٥) .

جدول ( ١-٣ ) : محتوى درنات البطاطس من العناصر ( ملليجرام/١٠٠ ) ( Tolburt & Smith ١٩٥٩ ) .

| العنصر | المحتوى | العنصر | المحتوى |
|---|---|---|---|
| الفوسفور | ٣١٤-١٦٦ | البورون | ٨,٦-٤,٥ |
| الكالسيوم | ٨٨-٣٢ | السيلينيم | ١٧,٣-٥,١ |
| المغنيسيوم | ١٣٦-٦٥ | المنجنيز | ٨,٥-٠,٦ |
| الصوديوم | ٣٣٢-٢٦ | الفلور | ٨,٥-٠,٦ |
| البوتاسيوم | ٢٤٣٠-١٨١١ | اليود | ٠,٥٦-٠,٠٢ |
| الحديد | ١٠,٥-٢,٦ | الليثيم | آثار |
| الكبريت | ٢١٣-١٠٩ | الألومنيوم | ٨,٨-٢,٩ |
| الكلور | ٥٣٠-١١٢ | الخارصين | ٠,٣ |
| الزنك | ٢,٢-١,٧ | الموليبدنم | ٠,٢٦ |
| البروم | ٨,٥-٤,٨ | الكوبالت | ٠,٢٦ |
| النحاس | ١,٠-٠,٤ | النيكل | ٠,٢٦ |

# الأهمية الإقتصادية

تأتى البطاطس الرابعة فى الترتيب كمحصول غذائى – على مستوى العالم – بعد كل من القمح والذرة ، والأرز . كما تتصدر البطاطس قائمة المحاصيل الدرنية ويليها فى الأهمية : الكاسافا ، والبطاطس ( البطاطا الحلوة ) ، واليام على التوالى (عن Hawkes ١٩٩٠) .

## الإنتاج العالمى

قدّر الإنتاج العالمى من البطاطس عام ١٩٩٦ بنحو ٢٩٤٨٣٤٠٠٠ طنًا متريًا ، بينما بلغت المساحة المزروعة حوالى ١٨٣٥٣٠٠٠ هكتارًا ( الهكتار = ١٠٠٠٠ متر مربع = ٢,٨ فدانًا ) ، وبلغ متوسط إنتاج الهكتار حوالى ١٦,٠٦٥ طنًا ( أى نحو ٦,٠٧٩ طنًا للفدان ) .

ويبين جدول ( ١-٤ ) مقارنةً بين بعض الدول والمناطق الجغرافية فى إجمالى المساحة المزروعة ومتوسط محصول الفدان (عن FAO ١٩٩٦). وتصل أعلى إنتاجية لوحدة المساحة ( فى الولايات المتحدة، ومعظم دول أوروبا الغربية ، والأردن ) حوالى ٣٥-٤٥ طنًا/هكتار . وتتراوح المساحة المزروعة بالبطاطس فى الدول العربية بين ألف

هكتار أو أقل كما فى السودان وموريتانيا والكويت، وغيرها و ٨٥ ألف هكتار فى الجزائر. وتأتى مصر فى المرتبة الثالثة بين الدول العربية من حيث المساحة المزروعة بالبطاطس. ويبلغ متوسط محصول الهكتار فى مصر حوالى ٢٠,٤ طنًا .

## الإنتاج المحلى

تأتى البطاطس فى المرتبة الثانية بعد الطماطم من حيث المساحة المزروعة بالخضر فى مصر. وقد بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالبطاطس سنة ١٩٩٦ حوالى ٢٢٣٦٢٨ فدانًا ( الفدان = ٤٢٠٠ متر مربع = ٠,٤٢ هكتارًا = ١,٠٣٨ أيكر Acre ) ، بينما بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالخضر ( متضمنة البصل والثوم المنفردين والمحملين ) حوالى ١,٤ مليون فدان. وقد توزعت المساحة المزروعة بالبطاطس على ثلاث عروات رئيسية ؛ هى : الصيفية ( ٣٢١٨٣ فدانًا )، والخريفية ( ٩٦١١٣ فدانًا ) ، والشتوية ( ٩٥٣٣٢ فدانًا ) ، وكان محصول الفدان متقاربًا فى كلٍّ منها ( حوالى ٨,٥ طنًا / فدان ) .

ويبين جدول ( ١-٥ ) المساحة المزروعة ومتوسط محصول الفدان من البطاطس فى مختلف محافظات مصر فى العروات الشتوية ، والصيفية ، والخريفية لعام ١٩٩٦ (الإدارة المركزية للإقتصاد الزراعى – وزارة الزراعة المصرية – ١٩٩٧). ويتضح من الجدول أن أكبر المساحات المزروعة بالبطاطس تقع فى محافظة البحيرة ، تليها محافظة المنوفية ، فمنطقة النوبارية ، فمحافظة الدقهلية . وقد تراوح متوسط محصول الفدان بين ٥,١ طنًا فى محافظة الإسكندرية و ١٣,٠ طنًا فى محافظة سوهاج ، بينما بلغ المتوسط العام للجمهورية ٨,٥٧ طنًا للفدان .

وتجدر الإشارة إلى أن المساحة الإجمالية المزروعة بالبطاطس فى مصر كانت ٢٥٣٥٠٠ فدان ( ٧٥٠٠٠ هكتار ) فى عام ١٩٩٤ ( جدول ١-٤ ) ، ازدادت إلى ٢٢٣٦٢٨ فدانًا فى عام ١٩٩٦ ( جدول١-٥ ) ، ولكنها انخفضت بشدة إلى ٢١٦١٠٩ أفدنه فى عام ١٩٩٧ ويرجع ذلك إلى تذبذب صادرات البطاطس، وتأثير ذلك على المساحات المزروعة منها فى السنوات التالية؛ حيث تزداد المساحات المزروعة بالبطاطس فى السنوات التى تعقب مواسم التصدير الجيدة؛ الأمر الذى يترتب عليه فائض فى المحصول وانخفاض فى الأسعار؛ مما يؤدى – بالتالى – إلى نقص فى المساحات المزروعة فى المواسم التالية لذلك .

جدول ( ١-٤ ) : مقارنة بين بعض الدول والمناطق الجغرافية فى إجمالى المساحة المزروعة بالبطاطس ، ومتوسط محصول الهكتار عام ١٩٩٦ ( الهكتار = ١٠٠٠٠م٢ = ٢,٣٨ فدانًا ) .

| الدولة أو المنطقة الجغرافية | المساحة المزروعة ( X ١٠٠٠ هكتار ) | محصول الهكتار ( طن ) |
|---|---|---|
| العالم | ١٨٣٥٣ | ١٦,٠٦٥ |
| أفريقيا | ٦٨٨ | ١١,٣٢٥ |
| الجزائر | ٨٥ | ١٣,٤٦٣ |
| مصر | ٥٦ | ٢٠,٤٠٠ |
| إرتريا | ٥ | ٨,١٦٣ |
| ليبيا | ١٨ | ٧,٢٢٢ |
| موريتانيا | -- | ٥,٠٠٠ |
| المغرب | ٦٥ | ١٧,٤٤٢ |
| السودان | ١ | ١١,٧٨٦ |
| تونس | ٢٢ | ١٣,٤٢٦ |
| أمريكا الشمالية | ٨١٩ | ٣٤,٤٠٨ |
| كندا | ١٤٥ | ٢٦,١٦٢ |
| المكسيك | ٦٢ | ١٩,٨٤١ |
| الولايات المتحدة | ٥٧٧ | ٣٩,٠٩٣ |
| أمريكا الجنوبية | ٩٥٨ | ١٢,٥٩٤ |
| الأرجنتين | ١٠٠ | ٢٠,٠٠٠ |
| بوليفيا | ١٢٧ | ٥,٦٩٨ |
| البرازيل | ١٨٨ | ١٤,٣٣٣ |
| كولومبيا | ١٥٨ | ١٦,٤٤٢ |
| بيرو | ٢٢٩ | ٩,٨٧٠ |
| آسيا | ٦١٨٣ | ١٤,٤٢٢ |
| الصين | ٣٥٠٢ | ١٣,١٤٦ |
| قطاع غزة | ٢ | ٢١,٨٧٥ |
| الهند | ١٠٨٩ | ١٦,٤٧٨ |
| إيران | ١٥٥ | ٢٠,٦٤٥ |
| العراق | ٢٥ | ١٥,٢٠٠ |
| اليابان | ١٠٥ | ٣٢,٠٤٨ |

تابع جدول ( ١-٤ ) .

| الدولة أو المنطقة الجغرافية | المساحة المزروعة ( X ١٠٠٠ هكتار ) | محصول الهكتار ( طن ) |
|---|---|---|
| الأردن | ٤ | ٣٨,١١١ |
| الكويت | -- | ١٧,٥٠٠ |
| عُمان | -- | ٢٢,٩١٧ |
| باكستان | ٧٩ | ١٣,٤٦٦ |
| المملكة العربية السعودية | ٢٢ | ١٩,٧٧٣ |
| سوريا | ٢٤ | ١٩,٥٢١ |
| تركيا | ٢١٠ | ٢٣,٥٧١ |
| الإمارات العربية المتحدة | -- | ٢٠,٠٠٠ |
| اليمن | ١٤ | ١٢,٨٤٤ |
| أوروبا | ٩٦٥٥ | ١٦,١٧٨ |
| فرنسا | ١٧٨ | ٣٦,٣٨٥ |
| ألمانيا | ٣٦٥ | ٣٧,٢٦٠ |
| إيطاليا | ٩٠ | ٢٣,٥٥٦ |
| ليتوانيا | ١٢٥ | ١٦,١٢٩ |
| هولندا | ١٨٥ | ٤٣,٦٨١ |
| بولندا | ١٤٧٩ | ١٥,٢١٠ |
| رومانيا | ٢٥٧ | ١٢,٤٥٦ |
| روسيا | ٣٢٦٥ | ١١,٨٠١ |
| إسبانيا | ٢٠٥ | ١٩,٦٤٩ |
| المملكة المتحدة | ١٧٧ | ٤٠,٧٨٥ |
| أوكرانيا | ١٥٤٨ | ١١,٨٨٥ |
| يوغسلافيا | ٨٥ | ٨,٤٧١ |
| أستراليا | ٣٨ | ٢٩,٨١٨ |

هذا .. وكانت أكبر مساحة مزروعة من البطاطس فى عام ١٩٩٧ فى العروة الشتوية ( ١٩٩٧/٩٦ ) ؛ حيث بلغت ٨١٠٣٢ فدانًا بمتوسط محصول قدره ٨,٤٨ طنًا للفدان ، تلتها العروة الصيفية بمساحة ٧٦٠٠٩ أفدنه ومتوسط محصول قدره ٩,٧٨ طنًا للفدان ، ثم العروة الخريفية بمساحة ٥٩٠٦٨ فدانًا ومتوسط محصول قدره ٨,٧٧ طنًا . أما المتوسط العام لمحصول العروات الثلاث فقد بلغ ٩,١ طنًا للفدان ( الإدارة المركزية للإقتصاد الزراعى - وزارة الزراعة المصرية - ١٩٩٨) .

جدول ( ١-٥ ) : المساحة المزروعة بالبطاطس بالفدان ومتوسط محصول الفدان بالطن فى العروات الشتوية والصيفية والخريفية فى مختلف محافظات مصر عام ١٩٩٦ .

| المحافظة | العروة الشتوية | | العروة الصيفية | | العروة الخريفية | | إجمالى العروات | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المساحة | محصول الفدان | المساحة | محصول الفدان | المساحة | محصول الفدان | المساحة | محصول الفدان |
| الإسكندرية | ٦٧٠ | ٧,٣ | ٣٤٣٩ | ٧,٩ | ٣٦٩٦ | ٧,٥ | ٧٨٠٥ | ٥,١ |
| البحيرة | ١٩٦٦٨ | ٨,٩ | ٢١١٤٥ | ٩,١ | ١٣٤٣٩ | ٨,٢ | ٥٤٢٥٢ | ٨,٨ |
| الغربية | ٦٧٥٣ | ٨,٩ | ٢٢٠٢٩ | ٩,٠ | ٤٢٩٢ | ٨,٢ | ٣٣٠٧٤ | ٨,٨ |
| كفر الشيخ | ٩٠٢ | ٨,٩ | ٥٩٠ | ٩,٣ | ١٥٣ | ٨,٧ | ١٦٤٥ | ٩,٠ |
| الدقهلية | ١٨٥٥٦ | ٩,١ | ١٣٠٦٩ | ٩,٥ | ٢٤٤٦ | ٨,١ | ٣٤٠٧١ | ٩,٢ |
| دمياط | ٤٦٤ | ٧,٢ | ١٥٤٧ | ٨,٠ | ١٤٣٢ | ٧,١ | ٣٤٤٣ | ٧,٥ |
| الشرقية | ٣٠٠٠ | ٩,٤ | ٢٧٤٨ | ١٢,٩ | ٧١٥ | ٨,٢ | ٦٤٦٣ | ١٠,٧ |
| الإسماعلية | ١٤٥٣٠ | ٨,٥ | ٧٠٦٨ | ٨,٠ | -- | -- | ٢١٥٩٨ | ٨,٣ |
| بورسعيد | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| السويس | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| المنوفية | ٣٢٧١ | ٧,٨ | ٢٦٢٢٤ | ٧,١ | ٢٣٤٢٠ | ٧,٦ | ٥٢٩١٥ | ٧,٤ |
| القليوبية | -- | -- | ٤٧٢٩ | ٨,٦ | ٣٣٠٠ | ١٢,٣ | ٨٠٢٩ | ١٠,١ |
| القاهرة | ٢١ | ٩,٨ | -- | -- | ٢ | ٧,٠ | ٢٣ | ٩,٦ |
| الوجه البحرى | ٦٧٨٣٥ | ٨,٨ | ١٠٢٥٨٨ | ٨,٥ | ٥٢٨٩٥ | ٨,١ | ٢٢٣١٨ | ٨,٥ |
| الجيزة | ٨٧٣١ | ١٠,٥ | ٩٠٦٢ | ٩,١ | ٣٥٧٥ | ٩,٢ | ٢١٣٦٨ | ٩,٧ |
| بنى سويف | ١٠١٠ | ١٠,٧ | ١٠٤٨ | ١٠,٦ | ٧١٤ | ٩,٣ | ٢٧٧٢ | ١٠,٣ |

تابع جدول ( ١-٥ ) .

| المحافظة | العروة الشتوية | | العروة الصيفية | | العروة الخريفية | | إجمالى العروات | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المساحة | محصول الفدان | المساحة | محصول الفدان | المساحة | محصول الفدان | المساحة | محصول الفدان |
| الفيوم | ١٠٦٠ | ٨,٩ | ١٠٨ | ٩,٢ | ٢٧ | ٩,٠ | ٢٠٤١ | ٩,٠ |
| المنيا | -- | -- | ٨١١٨ | ٨,٢ | ٢٢٩٦٦ | ٧,٥ | ٣١٠٨٤ | ٧,٧ |
| مصر الوسطى | ٩٨٤٧ | ١٠,٥ | ١٨٣٣٦ | ٨,٨ | ٢٧٢٨٢ | ٧,٨ | ٥٥٤٦٥ | ٨,٦ |
| أسيوط | -- | -- | ١٠٥ | ٩,٢ | ٦٨١ | ٩,٣ | ٧٨٦ | ٩,٣ |
| سوهاج | ٣٤٣ | ١٢,٩ | -- | -- | ١٩٤٧ | ١٣,١ | ٢٢٩٠ | ١٣,٠ |
| قنا | ٩٨ | ٩,٩ | ٩ | ٨,٤ | -- | -- | ١٠٧ | ٩,٨ |
| أسوان | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| مصر العليا | ٤٤١ | ١٢,٢ | ١١٤ | ٩,١ | ٢٦٢٨ | ١٢,١ | ٣١٨٣ | ١٢,٠ |
| شمال سيناء | ٥٤ | ٥,٦ | ٤٦ | ١٠,٣ | ٧٠ | ٦,٨ | ١٧٠ | ٧,٣ |
| جنوب سيناء | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| مرسى مطروح | ٧ | ١٠,٩ | ٥ | ٨,٠ | -- | -- | ١٢ | ٩,٧ |
| الوادى الجديد | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| النوبارية | ١٧١٤٨ | ٧,٥ | ١١٠٩٤ | ٨,٦ | ١٣٢٣٨ | ١٠,٢ | ٤١٤٨٠ | ٨,٦ |
| البحر الأحمر | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| إجمالى خارج الوادى | ١٩٢٠٩ | ٩,٧ | ١١١٤٥ | ٨,٦ | ١٣٣٠٨ | ١٠,٢ | ٤٣٦٦٢ | ٨,٢ |
| إجمالى الجمهورية | ٩٥٣٣٢ | ٨,٨ | ١٣٢١٨٣ | ٨,٦ | ٩٦١١٣ | ٨,٤ | ٣٢٣٦٢٨ | ٨,٦ |

وتستخدم الأسمدة العضوية والكيميائية بكثرة فى إنتاج البطاطس فى مصر – كما سيأتى بيانه فى الفصل السادس من هذا الكتاب – كما تستعمل المبيدات بمختلف أنواعها بكثرة ؛ لوقاية المحصول أو علاجه من مختلف الإصابات المرضية أو الحشرية التى قد يتعرض لها. أما إذا أنتجت البطاطس بالطريقة العضوية ( حيث لا يستخدم فى إنتاجها أسمدة كيميائية ، أو مبيدات ، أو مركبات كيميائية أخرى مصنعة من أى نوعٍ )، أو اتبعت فى إنتاجها طريقة المكافحة المتكاملة (حيث يعتمد على مختلف الأساليب الزراعية، والفيزيائية والبيولوجية – إضافة إلى الاستعمال المقنن والمحدود للمبيدات – فى مكافحة الأمراض والآفات) .. فإنه لابد من توقع انخفاض المحصول عن القيم المبينة فى جدول (١-٥) .

وتبعًا لدراسة أجريت فى فنلندا .. فإن محصول البطاطس انخفض عند اتباع طريقة الزراعة العضوية بمقدار ٣٦٪ ، وعند اتباع طريقة المكافحة المتكاملة بمقدار ١٠٪؛ مقارنة بمحصول البطاطس المنتج بالطريقة العادية (Varis وآخرون ١٩٩٦).

## التصدير

تحتل البطاطس مركزًا متقدمًا بين محاصيل التصدير الرئيسية ؛ وهى القطن ، والأرز، والبصل . وقد بلغ إجمالى المصدر منها فى موسم ١٩٩٥ حوالى ٤٣٧ ألف طنٍ ، ولكن هذا الموسم التصديرى كان غير عادى بسبب ظروفٍ جويةٍ غير مناسبة مرّ بها محصول البطاطس فى أوروبا فى تلك السنة؛ مما أدى إلى انخفاض المحصول فيها . وعلى الرغم من ذلك فإن المتوسط السنوى لكمية البطاطس المصدرة يزيد على ٢٥٠ ألف طنٍ ؛ بنسبة تتراوح بين ٨٪ ، و ١٢٪ من إجمالى الناتج المحلى .

وتنتشر زراعة البطاطس الحمراء الخاصة بالتصدير إلى إنجلترا – من صنفى كارا وكنج إدوارد – فى محافظات البحيرة ، والمنوفية ، والغربية ، كما تزرع فيها وفى غيرها من المحافظات كذلك أصناف البطاطس البيضاء التى تزيد على خمسين صنفًا . وأهم الأصناف التى تنتشر زراعتها على نطاقٍ واسعٍ ؛ هى : ألفا ، واسبونتا ، ودايمونت ، وكارا ، وكنج إداورد ، ودراجا ، وبركة ، وكلوديا ، وديزرية ( وهو من الأصناف الحمراء )، وجراتا ، ونيكولاس. وباستثناء صنفى البطاطس الحمراء كارا وكنج إدوارد اللذان يزرعان للتصدير إلى المملكة المتحدة وتحصد درناتهما وهى صغيرة ( بطاطس

بلية )، فإن باقى الأصناف تزرع بغرض الاستهلاك المحلى والتصدير إلى كلٍّ من الأسواق العربية والأوروبية. ويعتبر دايمونت ونيكولاس من أهم أصناف البطاطس البيضاء التى تصدر إلى الدول الأوروبية غير المملكة المتحدة .

ويصدر محصول البطاطس المصرية إلى كلٍّ من أوروبا بنسبة حوالى ٨٠٪ من إجمالى الكمية المصدرة ، والدول العربية بنسبة حوالى ٢٠٪ . وتعتبر المملكة المتحدة أكبر مستورد للبطاطس المصرية بين الدول الأوروبية؛ حيث تحصل على أكثر من ٨٠٪ من إجمالى الكمية المصدرة إلى أوروبا ، تليها إسبانيا وفرنسا ، كما تصدر كميات قليلة نسبيًّا إلى كلٍّ من إيطاليا ، وهولندا ، وألمانيا ، وبلجيكا . هذا بينما تعد المملكة العربية السعودية أهم مستورد للبطاطس المصدرة إلى الدول العربية ، تليها الكويت ولبنان ، كما تصدر كميات قليلة نسبيًّا إلى كل من الإمارات العربية المتحدة ، والأردن ، وقطر ، والبحرين .

ويكون التصدير إلى أوروبا – عادةً – خلال الفترة من أول يناير حتى آخر مارس؛ حيث تفرض – بعد ذلك – ضرائب باهظة عل البطاطس المستوردة تجعلها غير منافسة للبطاطس الأوروبية ، ولكن السوق الأوربية قد تسمح باستمرار الإستيراد فترة أطول فى المواسم التى لا تكون الظروف الجوية فيها مناسبةً لإنتاج البطاطس فى أوروبا .

## الاستيراد

تستورد مصر ما لا يقل عن ٥٠ ألف طنٍ من تقاوى البطاطس ، بينما تنتج نحو ربع مليون طنٍّ من التقاوى محليًّا . ويتم الإستيراد أساسًا من هولندا، وألمانيا، وفرنسا، وأيرلندا الشمالية ، والمملكة المتحدة .

## استهلاك الفرد

تذبذب المتوسط العام لاستهلاك الفرد من البطاطس فى مصر خلال الفترة من ١٩٨٠ و ١٩٩٦ بين ٢٠ و ٣٠ كيلو جرامًا سنويًّا .

الفصل الثانى

# الوصف النباتى

تعتبر البطاطس من النباتات العشبية، وهى حولية بالنسبة لأجزائها الهوائية، ومعمرة بالنسبة لأجزائها الأرضية، لكن زراعتها تجدد سنويًا . ويوضح شكل ( ٢-١ ) النمو النباتى الكامل لنبات البطاطس .

## مراحل النمو

يمر نبات البطاطس بأربع مراحل للنمو من الزراعة إلى الحصاد ، كما يلى (شكل ٢-١) :

١ - النمو الخضرى Vegetative Growth : يستمر من بداية الإنبات إلى حين تكوين ٨-١٢ ورقة .

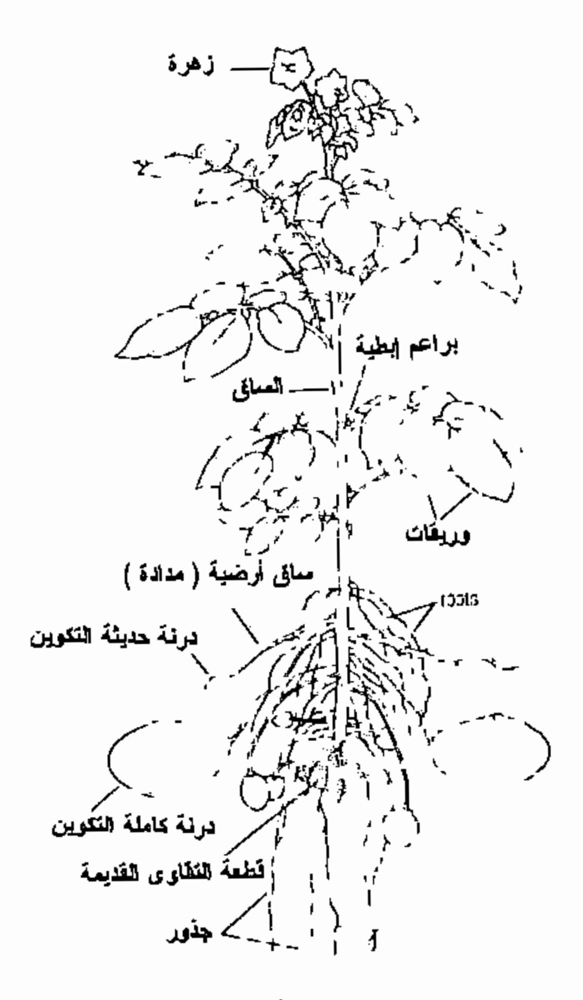
٢ - بداية تكوين الدرنات Tuber Initiation : تبدأ الدرنات فى التكوين فى أطراف السيقان الأرضية Stolons ، ويستمر النمو الخضرى للنبات .

٣ - نمو الدرنات Tuber Growth : يوجه معظم الغذاء المجهز نحو الدرنات المتكونة، والتى تزداد تدريجيًا فى الحجم .

٤ - اكتمال تكوين الدرنات Maturation : يزداد جلد ( بيريدرم Periderm ) الدرنة فى السمك ، وتصل نسبة المادة الجافة إلى حدها الأقصى ، ويبدأ النمو الخضرى فى الشيخوخة .

## المجموع الجذرى

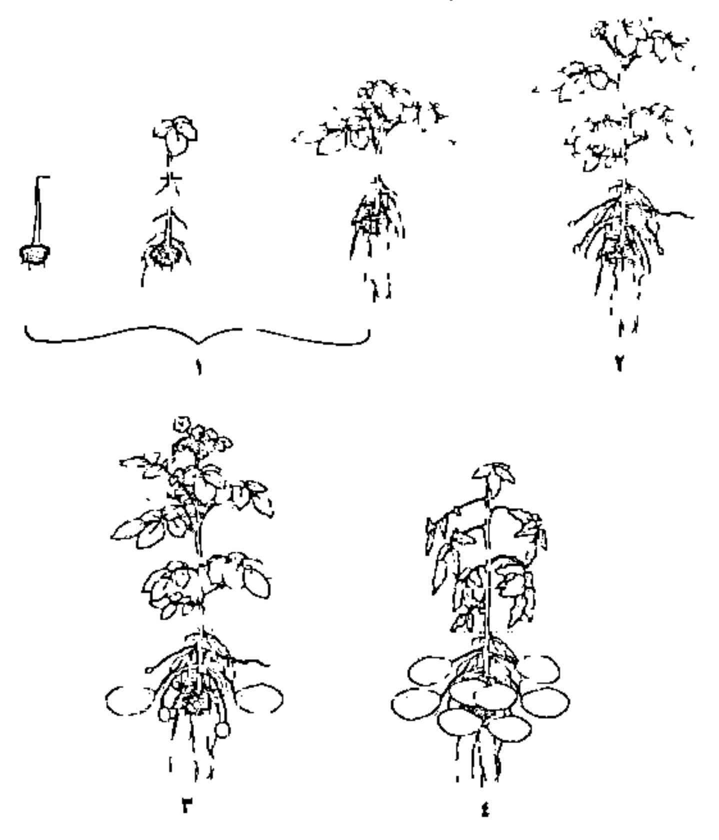
عند زراعة البطاطس بالبذور الحقيقية ، فإنه ينمو من البذرة جذرًا وتديًا أوليًا ، لا يلبث أن تتفرع منه جذور جانبية كثيرة تتفرع هى الأخرى إلى أن يتكون فى النهاية مجموع جذرى ليفى .




شكل ( ٢-١ ) : رسم تخطيطى لنبات البطاطس بأجزائه الهوائية والأرضية ( عن University of California ١٩٨٦ ) .

أما عند التكاثر بالدرنات - وهى الطريقة التجارية لتكاثر البطاطس - فتتكون للنبات جذور عرضية تخرج فى مجاميع، وتتكون كل مجموعة من ثلاثة جذور تنشأ أعلى مستوى العقد مباشرة فى الجزء الموجود تحت سطح التربة من ساق النبات. ومع استمرار تكوّن ونمو هذه الجذور يتكون للنبات مجموع جذرى ليفى. وعلى الرغم من أن الجزء الأكبر من المجموع الجذرى يوجد فى الثلاثين سنتيمترا العلوية من التربة ، إلا أن الجذور قد تتعمق لمسافة ١٥٠ سم ، كما قد يصل الامتداد الأفقى لمسافة ٦٠ سم أو أكثر، ويكون تفرعها كثيفا. وتنمو معظم الجذور أفقيًا لمسافة ٢٠-٤٠ سم قبل أن تنمو عموديًا إلى أسفل،

بينما تبقى المنطقة الموجودة تحت النبات مباشرة خالية نسبيًا من الجذور ( Weaver & Bruner ١٩٢٧ ، و Smith ١٩٦٨) .




شكل ( ٢-٢ ) : مراحل نمو نبات البطاطس من الزراعة إلى الحصاد

وقد وجد Iwama وآخرون (١٩٩٣) أن الطول الكلى للنمو الجذرى لنبات البطاطس فى وحدة المساحة من الأرض يتأثر بكلٍ من الصنف وكثافة الزراعة ؛ فعندما قورنت كثافات زراعة ٢,٤ ، و ٤,٨ ، و ٩,٦ نباتًا/متر مربع كان الطول الكلى للنمو الجذرى بعد ٩٠ يومًا من الزراعة وحتى عمق ١٠٠ سم - على التوالى - ١٢,٥ ، و ١٥,٩ ، و ٢٤,١ كم / م$^2$ فى الصنف نورين Norin ، و ٦,٤ ، و ٧,٠ ، و ١٠,٤ كم / م٢ فى الصنف كوناڤوباكى Konafubaki ، وكان معظم هذه الاختلافات فى طول الجذور إلى الاختلافات التى ظهرت فى تلك الصفة فى الثلاثين سنتيمترًا العلوية من التربة . وقد ظهر ارتباط إيجابى معنوى بين الطول الكلى للنمو الجذرى وبين كلٍ من صفتى دليل مساحة الورقة ومعدل نمو الدرنات .

## السيقان الهوائية

عند زراعة درنة البطاطس نجد أن براعم العين الطرفية للدرنة تنمو قبل البراعم الأخرى ، كما يسود البرعم الوسطى للعين الطرفية على باقى براعم العين. ويطلق على هذه الظاهرة اسم السيادة القمية apical dominance . وإذا أزيل البرعم الوسطى بالعين الطرفية ، أو إذا أزيلت هذه العين كلها ، فإن جميع البراعم الأخرى تنمو فى آنٍ واحدٍ . وتعرف النموات التى تتكون على الورقة عند إنباتها باسم Sprouts ، ويكون أقواها هو النبت الذى ينمو من البرعم الوسطى للعين الطرفية بالدرنة . وتنمو قمة النبت لأعلى ؛ مخترقةً التربة ؛ حيث يخضر لونه عند تعرضه للضوء ، ويكوّن الساق الهوائية .

تنمو سيقان معظم أصناف البطاطس قائمةً حتى إزهار النبات حينما تتكون العناقيد الزهرية فى القمم النامية للسيقان، وحينئذٍ تزول السيادة القمية ، وينمو عديد من البراعم السفلية الجانبية لتكوّن سيقانًا جديدة . وبمرور الوقت يؤدى ثقل الأفرع الجانبية إلى تدلى الساق الأولية لأسفل؛ فيبدو النبات وكأنه نصف مفترشٍ. تشكل الفروع الجانبية نحو ثلثى المساحة الورقية ، وكذلك نحو ثلثى وزن قمة النبات . وقد تتفرع هى الأخرى فى الظروف المناسبة للنمو ، معطيةً نموات ثانوية وعناقيد زهريةً جديدةً .

يصل طول السيقان الرئيسية إلى نحو ٣٠-٩٠ سم فى الأصناف المختلفة . وتكون الساق مستديرة المقطع تقريبا فى المراحل الأولى من حياة النبات ، ثم تصبح مثلثةً أو مربعةً بعد ذلك. وتنمو على السيقان الحديثة حواف أو أجنحة على شكل زوائد ممتدة طوليًا . وتصبح الساق مجوفةً عند النضج فى معظم الأصناف ، لكن العقد تظل مصمتة ويكون لون الساق أخضر أو قرمزيًّا .

تتشابه سيقان البطاطس الهوائية فى نموها مع أصناف الطماطم المحدودة النمو ؛ فتحمل العناقيد الزهرية فى القمم النامية للسيقان ، وقد يكمل الساق نموه لفترةٍ محدودةٍ من البرعم الإبطى الميرستيمى الذى يلى العنقود الزهرى مباشرة، ويعطى عند نموه فرعًا جديدًا يبدو كأنه امتداد للساق الأصلية ، لكن ذلك الوضع لا يستمر لفترة طويلةٍ ؛ حيث لا يلبث النبات أن يكمل نموه بتكوين فروعٍ جانبيةٍ من البراعم الإبطية السفلية التى توجد على ساق النبات .

## المدادات أو السيقان الأرضية

يبدأ تكوين المدادات أو السيقان الأرضية Stolons بعد نحو ٧-١٠ أيام من ظهور السيقان الهوائية بعد الإنبات ، ويكون طولها حينئذٍ حوالى ١٠ سم . وهى عبارة عن سيقان أرضيةٍ جانبيةٍ أسطوانية الشكل تنمو من البراعم التى توجد عند العقد السفلية لساق النبات تحت سطح التربة . ويبدأ تكوّن أول المدادات عند أول عقدة على الساق ، ثم يتبعها تكوّن بقية المدادات عند العقد الأعلى بصورةٍ تدريجية. وتنمو فى البداية ساق أرضية واحدة عند كل عقدةٍ ، لكن قد ينمو غيرها بعد ذلك . ويمكن للساق الأرضية أن تنمو فى اتجاه الجاذبية الأرضية أو عكسه ؛ حسب الظروف التى تتعرض لها ؛ أى إنها تُعد digeotropic .

تختلف المدادات فى الطول - حسب الصنف ( Kratzke & Palta ١٩٩٢ ) - من أقل من ٢,٥ سم إلى ٤٥ سم أو أكثر فى بعض الأصناف التجارية فى أمريكا الجنوبية، وقد يصل طولها فى بعض الأنواع البرية إلى ٤,٥-٦ أمتار ، لكنها تبلغ فى المتوسط نحو ١٠ سم طولاً فى معظم الأصناف التجارية . وقد تتفرع المدادات أو لا تتفرع . ويختلف عددها وطولها وقطرها باختلاف الأصناف والظروف البيئية، ولكن طول المدادات لا يرتبط بحجم الدرنات ، أو لونها ، أو موعد نضجها .

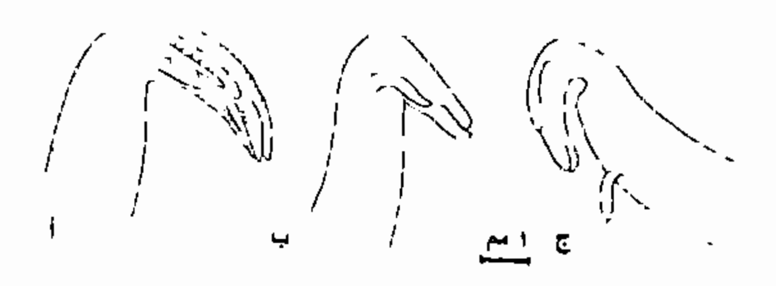
وعند التكاثر بالبذور الحقيقة نجد أن المدادات تتكون فى آباط الأوراق الفلقية والأوراق الأولى على النبات أعلى سطح التربة، ثم تنحنى لأسفل إلى أن تصل إلى التربة؛ حيث تنمو فيها مثل السيقان الأرضية الأخرى .

وأهم ما يميز السيقان الأرضية أن سلامياتها طويلة ، وقمتها ملتوية نحو القاعدة hooked ، وتحمل عدداً من الأوراق الحرشفية التى تُرتَّب ترتيبًا حلزونيًّا ( شكل ٢-٣ ). وتتكون الدرنات بحدوث تضخم أو انتفاخ فى أطراف المدادات أو تفرعاتها ، لكن ذلك لا يحدث فى كل المدادات ؛ حيث يظل بعضها دون انتفاخٍ . وإذا تعرضت السيقان الأرضية للضوء ، فإنها تنمو إلى أفرعٍ خضريةٍ، ولا تتكون درنات فى أطرافها .

## الدرنات

تعتبر الدرنات نوعًا ثالثًا من السيقان التى توجد فى نبات البطاطس ؛ فهى ساق متحورة إلى عضو تخزين ، وتنشأ فى قمة ساقٍ أرضيةٍ . يبدأ وضع الدرنات غالبًا فى

نهاية فترة تكوين البراعم الزهرية فى الأصناف المبكرة ، وعند تفتح الأزهار ، أو بعد ذلك فى الأصناف المتأخرة ، لكن لا توجد أية علاقة بين الإزهار ووضع الدرنات؛ فالأمر لا يتعدى أكثر من الترتيب الزمنى لبعض مراحل النمو والتطور. وقد ينتج النبات أحياناً عدة عناقيد زهرية قبل أن يبدأ فى وضع الدرنات فى الظروف غير المناسبة لتخزين الغذاء .




شكل ( ٢-٣ ) : التباين فى شكل القمة النامية للسيقان الأرضية فى صنف البطاطس أران بايلوت Arran Pilot . لاحظ انحناء القمة ، ووجود الأوراق الحرشفية بها .

تبدأ جميع درنات النبات فى التكوين خلال فترة أسبوعين ، ويضع النبات دائما عدداً أكبر بكثير من العدد الذى يصل إلى الحجم الصالح للتسويق . وتظل الدرنات المتكونة أولاً أكبر حجماً خلال جميع مراحل نموها، وتنمو الدرنات التالية فى التكوين بسرعة أقل، وتكون أصغر حجمًا. أما الدرنات التى يبدأ تكوينها متأخرًا ، فإنها تبقى صغيرةً ولا يزيد حجمها .

يسمى طرف الدرنة المتصل بالساق الأرضية بالطرف القاعدى attachment end (أو heel end) ، ويسمى الطرف الآخر بالطرف القمى rose end أو distal end .

## الوصف المورفولوجى

تختلف درنات أصناف البطاطس كثيرًا فى الشكل ، والملمس ، واللون الخارجى ، واللون الداخلى كما يلى :

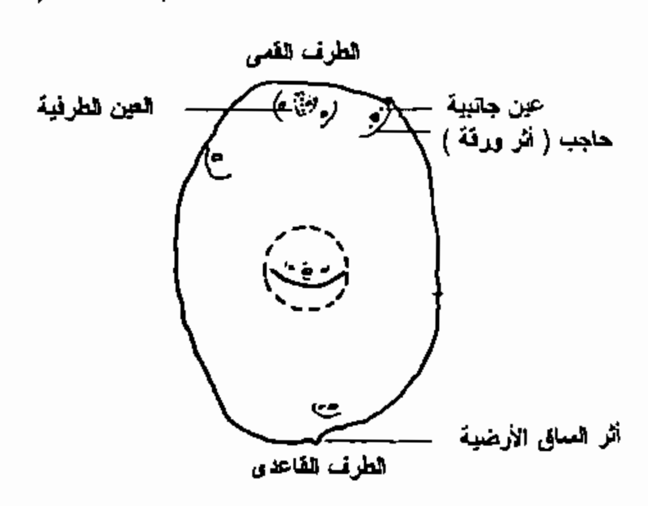
١ - الشكل : يوجد من أشكال الدرنات : الكروى round ، والبيضاوى oval ، والبيضاوى المدبب pointed ( حيث تكون الدرنة مستدقة من طرفها القمى، وعادية فى طرفها القاعدى ) ، والكلوى .

٢ – الملمس : قد يكون جلد الدرنة أملس أو خشناً أو شبكيًا .

٣ – اللون الخارجي : قد يكون لون جلد الدرنة أبيض ، أو أصفر ، أو ورديًا ، أو قرمزيًا ، أو أزرق ، أو أرجوانيًا ، أو خليطاً من لونين من هذه الألوان . وتنتشر الألوان غير العادية في أمريكا الجنوبية وأمريكا الوسطى ؛ حيث موطن البطاطس .

٤ – اللون الداخلي : قد يكون لون اللب أبيض أو أصفر ، كما هي الحال في معظم الأصناف التجارية ، كما قد يكون أيضًا ورديًا ، أو أزرق .

وتظهر على سطح الدرنة براعم ساكنة في مجاميع يتكون كل منها من ٣-١٥ برعمًا ، وتحاط كل مجموعة بأثر ورقةٍ leaf scar ، وهي التي يطلق عليها حاجب العين eyebrow . وتتكون العين eye من مجموعة البراعم والحاجب (شكل ٢-٤) .







شكل ( ٢-٤ ) عيون درنة البطاطس والتركيب التفصيلي للعين ( عن Allen ١٩٧٨ )

تتجه كل العيون نحو البرعم الطرفي ، وتتوزع توزيعًا حلزونيًا . يتجه الحلزون غالبًا عكس اتجاه عقرب الساعة ، وتقترب خطوطه ناحية الطرف القمي للدرنة ؛ بسبب تركيز العيون في هذا الجانب ( Smith ١٩٦٨ ) .

## التكوين

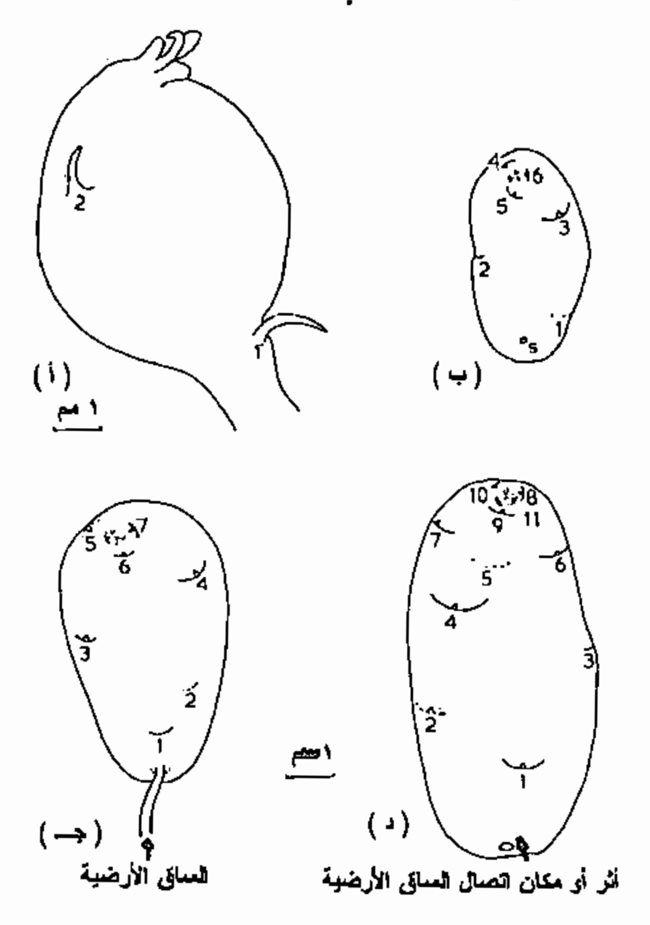
تتكون الدرنات بتضخم المنطقة تحت القمية sub apical region للساق الأرضية ، ويحدث ذلك تقريبا فى الجزء الملتوى من القمة النامية . ويشتمل التضخم فى البداية على عقدة واحدة من العقد التى توجد فى القمة الميرستيمية . ومع استمرار تضخم قمة الساق الأرضية ، يتجه التضخم لأعلى ليشمل عقدة ميرستيمية أخرى . وعليه .. نجد أن أول ورقة حرشفية تكون فى قاعدة الدرنة النامية ( العقدة الأولى )، وتظهر الورقة الحرشفية الثانية فى حوالى منتصف الدرنة ( عند العقدة الثانية ). وعند هذه المرحلة تستقيم قمة الساق الأرضية . ويختفى الالتواء ، وتصبح القمة الميرستيمية للساق الأرضية فى وضع طرفى تقريبًا للدرنة الصغيرة المتكونة. ولا يتعدى قطر الدرنة فى هذه المرحلة من النمو اكثر من سنتيمتر واحد ، وتحتوى على نحو أربع عقد . ومع استمرار كبر الدرنة فى الحجم ، فإنها تشتمل على عقد جديدة بالقرب من القمة الميرستيمية للساق الأرضية ، وتكون السلاميات أقصر كلما اتجهنا نحو قمة الدرنة the rose end . ومع ازدياد الدرنة فى الحجم والطول تزداد المسافة بين العقد بعضها وبعض وكذلك بين العقدة الأولى وقاعدة الدرنة attachment end ( شكل ٢-٥ ) . أما الدرنات الصغيرة التى لا يكتمل نموها ، فإنها لا تحمل سوى مبادئ براعم ( Cutter ١٩٧٨ ) .

ويزداد حجم الدرنات بطريقتين ؛ هما : الانقسام وتكوين خلايا جديدة ، وزيادة الخلايا المتكونة فى الحجم . تتكون الخلايا الجديدة بانقسام بروكامبيوم procambium الدرنة، وتزداد الخلايا الجديدة تدريجيًا فى الحجم بعد ذلك . وبعد أن يصل وزن الدرنة إلى ٣٠- ٤٠ جم ( فى الأصناف ذات الدرنات الكبيرة ، مثل : كنيبك Kennebec ، ورست بيربانك Russet Burbank ) فإن معظم الزيادة فى حجم الدرنة بعد ذلك تحدث نتيجة لزيادة حجم الخلايا التى تكونت بالفعل – من قبل – بترسيب المواد الكربوهيدراتية فيها . ويستمر مع ذلك الانقسام فى اللحاء ، كما تتكون بعض الخلايا الجديدة بالقرب من خلايا اللحاء الجديدة ، خاصة بالقرب من العيون أثناء تكوينها. وتكون معظم الانقسامات بالقرب من نهاية خلايا اللحاء التى تقوم بنقل الغذاء المخزن إلى الدرنة . وتقل خلايا الدرنة فى الحجم بالاتجاه من الطرف القاعدى نحو الطرف القمى ( Moorby ١٩٧٨ ).

## التركيب التشريحى

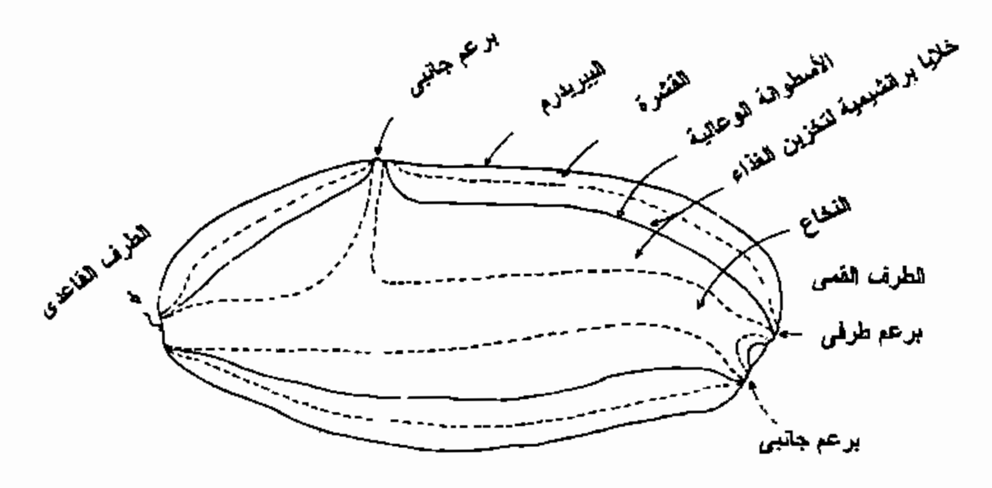
تتكون الدرنة الحديثة غير الناضجة من طبقة البشرة epidermis ، وطبقة قشرة عريضة wide cortex، والبيريسيكل pericycle، والحزم الوعائية، والنخاع (شكل ٢-٦ ). ويلاحظ أن النخاع يمتد ويصل بين طرفى الدرنة وجميع البراعم ، وأن القشرة يقل سمكها

كثيرًا عند العيون . ومع نضج الدرنة تختفى تدريجيًا طبقة البشرة، ويحل محلها الفيللم phellum ، وهو طبقة من خلايا فلينية ، وتصبح طبقة القشرة ضيقة ، وتلى البيريدرم periderm مباشرة . وتمتد الحزم الوعائية حتى العيون. ويتضخم النخاع ليكوّن الجزء الأكبر من الدرنة، ويعمل مع القشرة كمخزنٍ للنشا .




شكل ( ٢-٥ ) : تطور تكوين درنة البطاطس فى الصنف أران بايلوت Arran Pilot كمثال: ( أ ) الدرنة الصغيرة فى بداية تكوينها وأثناء اشتمال التضخم فى قمة الساق الأرضية على العقدة الثانية . يلاحظ أن قمة الساق الأرضية بدأت تبدو مستقيمةً، واختفى فيها الإنحناء -٥ أضعاف الحجم الطبيعى ( ب-د ) درنات تشتمل على ٦ ، و ٨ ، و ١١ عقدة على التوالى -١/٢ الحجم الطبيعى . أعطيت العيون أرقامًا حسب ترتيب تكوينها. العيون المنقّطة على الجانب الآخر من الدرنة ( عن Cutter ١٩٧٨ ) .

تختفى طبقة البشرة الخارجية فى طور مبكر من النمو نتيجة لزيادة حجم الدرنة ، وتمزق البشرة تبعا لذلك ، ويحل محلها حزام من الخلايا الفلينية المرتبة جيدًا بعضها فوق بعضٍ ، والتى تنتجها باستمرار طبقة من الخلايا الميرستيمية توجد أسفل منها، وتعرف باسم الكامبيوم الفلينى cork cambium أو الفيللوجين . ويصل سمك طبقة الفلين إلى نحو ١٢٥-١٥٠ ميكرونًا ، وتتشبع جدر خلاياها بأحماضٍ دهنيةٍ مشبعةٍ ذات وزنٍ جزيئيٍ مرتفعٍ ؛ مما يجعلها غير منفذة للماء ، وبذا تحتفظ الدرنة برطوبتها ، كما تتراكم أيضا المركبات الفينولية فى الخلايا الفلينية أثناء تكوينها .




شكل ( ٢-٦ ) : التركيب التشريحى لدرنة البطاطس .

ويؤدى أى جرحٍ للدرنة إلى تشجيع تكوين فيللوجين جديد بتحفيز انقسام الخلايا البرانشيمية التى توجد تحت الجرح مباشرة ، فتنقسم كما لو كانت خلايا ميرستيمية . ويؤدى ذلك إلى التئام الجرح . وتتراكم المواد الفينيولية أثناء ذلك فى الأنسجة الجديدة . ومن أهم هذه المواد حامض الكلوروجنيك Chlorogenic acid ، وحامض الكافيك Caffeic acid ( Sterling ١٩٦٦ ) .

## الجلد

عندما تبدأ نهاية الساق الأرضية فى التضخم لتكوين درنةٍ ، فإنه يبدأ فى الوقت نفسه تميز جلد ، أو بيريدرم periderm الدرنة . فتبدأ طبقة البشرة epiderms – وهى طبقة الخلايا الخارجية – فى تكوين طبقات خلايا البيريدرم؛ وذلك من الخارج إلى الداخل . كذلك

تبدأ البشرة الداخلية hypoderms – وهى الطبقة التى تقع تحت طبقة البشرة – فى تكوين طبقات خلايا الهيبودرمز hypodermal layers ؛ وذلك من الداخل إلى الخارج .

وبعد ذلك تبدأ طبقات خلايا البيريدرم والهيبودرم فى التسوبر ، ويكّونان معًا الجلد أو البيريدرم. وتعرف الهيبودرمز المنقسمة باسم فللوجين phyllogen ويكوّن الفللوجين خلايا برانشيمية نحو الداخل ؛ وهى التى تعرف باسم الفللودرم phelloderm .

يتكون البيريدرم من عديد من طبقات الخلايا . ويختلف سمك طبية البيردرم وعدد طبقات خلاياها باختلاف الأصناف، وبظروف النمو ، خاصة درجة حرارة التربة والرطوبة الأرضية . ففى الصنف رصت بيربانك Russet Burhank يتراوح عدد طبقات خلايا البريدرم فى حرارة ٨–١٥° بين ٧ و ١٢ طبقة يبلغ سمكها ١٠٠–١٤٠ مللى ميكرونًا، بينما يتراوح عددها فى حرارة ٢٤–٢٧°م بين ١٠ و ٢٨ طبقة سمكها ١٢٥–١٧٠ مللى ميكرونًا .

ونجد فى الدرنات الصغيرة أن طبقة الفللوجين تكون نشطة جدًّا فى الإنقسام، ويكون من السهل كثيرًا إزالة جلد الدرنة أو سلخه. وعند اكتمال نمو الدرنة يتوقف نشاط الفللوجين، أو الكامبيوم الفلينى ، وتصبح جدرها وكذلك جدر خلايا الجلد أقوى ؛ ولذا .. يعد مدى سهولة إزالة جلد الدرنة مقياسًا لاكتمال نموها إيذانًا بالحصاد .

وفى بعض الأصناف تكون الطبقات الخارجية لبيريدرم الدرنات غير وثيقة الاتصال بالطبقات الداخلية ؛ الأمر الذى يكسب جلد هذه الدرنات مظهرًا خشنًا أو حتى مظهراً شبكيًّا netted . وبالمقارنة .. فإن أصنافًا أخرى – تتميز بجلدها الأملس – تكون طبقات البيريدرم فيها وثيقة الصلة بعضها ببعض .

### العديسات Lenticels

يوفر الجلد السليم لدرنة البطاطس المكتملة التكوين حمايةً للدرنة ضد الإصابة بالكائنات الدقيقة ويكون هذا الجلد غير منفذ – تقريبًا – للمركبات الكيميائية ، والغازات ، والماء ، كما أنه يمنع فقد الماء .

ولأن الدرنة نسيج حىّ ، فلابد من أن تتوفر لها وسيلة لتبادل الغازات وبخار الماء، ليمكنها التنفس ، وتحقق العديسات لها تلك الوسيلة . تتكون وتتشكل هذه العديسات فى

البيريدرم فى المواقع التى كان يمكن أن تتكون فيها الثغور ، فيما لـــو كـــانت الســيقان الأرضية قد نمت كسيقان هوائيـــة .

يتوقف عدد العديسات فى الدرنة على حجمها ، ونوع التربة – والظـــروف الجويـــة، وهو يتراوح عادة بين ٧٥ و ١٥٠ عديسة .

ولحالة الأنسجة التى تقع تحت العديسة أهمية كبرى فى تحديد معدلات تبادل الغـــازات من خلالها . ونجد فى ظروف الجفاف أنه تتكون طبقة من الخلايا المسوبرة تحت خلايـــا العديسة. وبالمقارنة .. تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية إلى زيادة المحتوى الرطوبى للدرنة، وإنتاج خلايا القشرة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى تمزق طبقة الخلايا المسوبرة؛ وبذا .. تتشكل عديسات مفتوحة تحتوى على عديد من الخلايا المنتفخة؛ مما يجعل العديسات تأخذ مظهر جسيمات صغيرة جدًا بيضاء اللون على جلد الدرنة . وتسمح هذه العديســـات المفتوحـــة بدخول البكتيريا والكائنات الدقيقة . ويعد ذلك من مساوئ الرى الغزير، أو كثرة الأمطار.

## بيريدرم الجروح

تستجيب درنات البطاطس للأضرار التى تحدث فى جلد الدرنة بتكوين بـــيريدرم علـــى السطح المُضار – يعرف باسم بيريدرم الجروح Wound Periderm . يحمى هذا البيريدرم الدرنة من فقدها للرطوبة ، والإصابة بالكائنات الدقيقة. فبعد حدوث الجرح مباشرةً ، تبدأ الخلايا التى تقع تحت النسيج المجروح فى التسوبر بامتداد الجدر الخلوية ، كذلك تبدأ فى الوقت نفسه طبقات قليلة من الخلايا تحت الجرح فى تكوين جدر خلوية موازية للجـــرح؛ ويعد ذلك بداية عملية تكوين الفللوجين phellogen ، أو بيريدرم الجروح ، الـــذى يكـــوّن خلايا جديدة تتكون من بيريدرم الجروح نحو الخـــارج ، والفللـــودرم phelloderm نحـــو الداخل . ولتكوين بيريدرم الجروح – سريعًا وبصورة كاملة – أهمية قصوى فـــى بقـــاء الدرنات بحالة جيدة . وتتضح أهمية هذا البيريدرم إذا علمنا أن الدرنات تتعرض لأضـــرار كثيرةٍ أثناء الحصاد وعمليات التداول المختلفة من تدريجٍ، وتعبئةٍ ، وشحن ... إلخ .

ويتطلب التئام الجروح بصورة جيدةٍ توفر حرارة تتراوح بين ١٥ و ٢٥°م ، ورطوبـــة نسبية عالية ، وتهوية جيدة . ففى حرارة ٢٠°م ورطوبة نســـبية ٩٥٪ يتســـوبر ســـطح الدرنة كله بصورةٍ خفيفةٍ فى يومٍ واحدٍ ، وبعد خمسة أيامٍ يتكون حوالى ٢–٣ طبقات من بيريدرم الجروح .

وللرطوبة النسبية العالية أهميتها فى كلٍ من التكوين السريع لبـــيريدرم الجـروح ، وتكوينه بصورةٍ كاملةٍ ؛ بحيث يكون التئام الجروح كاملاً . وبغير ذلك يســتغرق تكويــن طبقة الفين التى تغطى الجرح وقتًا طويلاً (Van der Zaag ١٩٩١) .

ولمزيدٍ من التفاصيل عن كيفية تكوين درنة البطاطس وتركيبها التشريحى .. يراجــع Peterson وآخرون (١٩٨٥) .

## الأوراق

تعطى الدرنات عند زراعتها أفرخًا خضرية تكون أوراقها الأولى بسيطة ، أما الأوراق التالية لها ، فتكون مركبةً ريشيةً، ويبلغ طولها من ١٠-١٥ سم. وتتكون الورقة المركبة من وريقةٍ طرفيةٍ كبيرةٍ بيضاوية الشكل ؛ يسبقها ٣-٥ أزواج من الوريقات البيضاويــة تحمل جانبيًا على محور الورقة. ويصغر حجم أزواج الوريقات تدريجيًا بالاتجاه نحو قاعدة الورقة. وتوجد بين أزواج الوريقات وريقات أخرى أصغر . وهى كذلك تصغر فى الحجــم بالاتجاه نحو قاعدة الورقة . وتحمل الأوراق على الساق فى ترتيب حلزونيٍ بعكس اتجاه عقرب الساعة .

يأخذ المقطع العرضى لأعناق الأوراق شكل نصف دائرة ، ويكون مقعّرًا من الســطح السفلى ، ومحدبًا قليلاً من السطح العلوى . وتتسع قاعدة عنق الورقة ، وتمتــد حــول الساق لمسافة حوالى ثلث السلامية ، كما تمتد حواف قاعدة عنق الورقة لمسافة ســلاميةٍ واحدةٍ أو سلاميتين لأسفل .

تكون حواف الوريقات كاملةً أو متموجةً . وتوجد شعيرات بكثافــةٍ علــى الوريقــات الثانوية ، وبدرجةٍ أقل على الوريقات الأولية. أما الوريقات الكبيرة التامة النمو ، فلا توجد عليها شعيرات واضحة ، ولكن توجد شعيرات على طول العرق الوسطى وتفرعاته .

وإلى جانب الأوراق الخضراء تنمو أوراق حرشفية على جزء الساق الموجــودة أســفل سطح التربة ، وهى التى ينمو من آباطها السيقان الأرضية .

## الأزهار

تختلف أصناف البطاطس فى قدرتها على الإزهار ، فبينما يزهر بعضها بغزارةٍ ، نجد

أن البعض الآخر قليل الإزهار ، وبعضها لا ينتج سوى براعم زهرية، أو لا يزهر مطلقاً . وتحمل الأزهار فى عناقيد فى القمم النامية للسيقان ( شكل ٢-٧ ). ويتفرع حامل النورة - عادةً - إلى فرعين ، يحمل كل منهما عنقوداً من الأزهار . وتعتبر النورة محدودة النمو cyme .

وكأس الزهرة أنبوبى مفصص سفلى ، ويتكون من خمس سبلات ملتحمة على شكل فصوص رمحية، ويتكون التويج من خمس بتلات، يختلف لونها من أبيض ناصع البياض إلى قرمزى داكن أو بنفسجى ، وقد تكون الزهرة الواحدة متعددة الألوان . وتوجد بكل زهرةٍ خمس أسدية فى محيطٍ واحد ، وتكون متبادلة مع البتلات. والأسدية فوق بتلية وخيوطها قصيرة . والمتوك قائمة متقاربة تحيط بالقلم؛ لونها أصفر باهت أو برتقالى ، وقد تكون أحياناً بلون بنى ضارب إلى الذهبى ، أو الأحمر ، أو الأسود . والمتاع علوى ، ويتكون من مبيض ذى مسكنين ، وقلم واحدٍ ، وميسم واحدٍ .



شكل ( ٢-٧ ) : نورة البطاطس .

ومعظم الأصناف القديمة من البطاطس عقيمة. أما الأصناف الحديثة ؛ فنسبة الخصوبة فيها عالية ، ويعقد بعضها ثمارًا بكثرةٍ . وتتفاوت الأصناف في مدة إزهارها بين أسبوعٍ واحد وأربعة أسابيع (Gopal ١٩٩٤) .

تتفتح الأزهار في الصباح الباكر بعد الشروق بقليل. وتنتشر حبوب اللقاح من ثقوبٍ توجد في قمة المتوك في اليوم التالي لتفتح الزهرة ؛ حيث يستقبلها ميسم الزهرة (Hardenburg ١٩٤٩) .

## التلقيح

حاز موضوع التلقيح في أزهار البطاطس باهتمامٍ كبيرٍ من الباحثين في السنوات الأخيرة ؛ بسبب الاتجاه نحو الإكثار التجاري للبطاطس بواسطة البذور الحقيقية . ومن المعتقد أن التلقيح الذاتي هو السائد في البطاطس ، وأن التلقيح الخلطي نادر الحدوث . وقد لاحظ الباحثون أنه على الرغم من أن الهواء قد يحمل حبوب اللقاح ، إلا أن دوره في التلقيح كان ثانويًا للغاية؛ لذا .. يسود الإعتقاد أن معظم البذور في البطاطس تنتج من التلقيح الذاتي . ومما يؤيد ذلك أن حشرة نحل العسل لا تزور أزهار البطاطس .

وقد لاحظ White (١٩٨٣) أن إنتاج بذور البطاطس ينخفض كثيرًا عندما تعزل النباتات عن الحشرات، ووجد أن الأزهار يزورها النحل الطنّان من أنواع الجنس *Bombus*. وتكون الزيارة بغرض جمع حبوب اللقاح ؛ لأن أزهار البطاطس خالية من الرحيق . وتساعد الزيارة على حدوث التلقيح الذاتي في الزهرة ؛ نتيجة لما تحدثه الحشرة من اهتزازات buzz mechanism أثناء جمعها لحبوب اللقاح . فعندما تمسك الحشرة بالمتوك بين أرجلها وتهز أجنحتها بسرعةٍ، فإن حبوب اللقاح تنتقل من متوك الزهرة إلى جسم الحشرة؛ حيث تتجمع في سلالٍ خاصةٍ لحبوب اللقاح pollen baskets في أرجل الحشرة، ويعلق أثناء ذلك كمية من حبوب اللقاح على أرجل الحشرة تكفي لإتمام عملية التلقيح. وحتى إذا تم التلقيح بمساعدة النحل البري بهذه الطريقة ، فإنه يكون ذاتيًا؛ لأن حبوب اللقاح تنتقل من المتوك إلى ميسم نفس الزهرة ، أو مياسم الأزهار الأخرى على نفس النبات ، أو على النباتات الأخرى في الحقل، والتي تكون جميعها من سلالةٍ خضريةٍ واحدةٍ ومتماثلةٌ تمامًا في تركيبها الوراثي . ولا يحدث التلقيح الخلطي إلا إذا كانت أرجل النحل البري ملوثةً بحبوب لقاح من أصناف أخرى قبل وصوله إلى الحقل .

كما لاحظ Batra ( ١٩٩٣ ) زيارة ثمانية أنواع من النحل الطنّان لحقول إنتاج بذور البطاطس ، ولكن نوعًا واحدًا فقط منها ( هو *Bombus terricola* ) كان الملقّح الوحيد فى تلك الحقول ، حيث تنقّل بين الأزهار بمعدل ١٢-٢١ زهرة / دقيقة لكل حشرة واحدة .

وقد وجد Brown (١٩٩٣) أن نسبة التلقيح الخلطى - فى سلالات البطاطس الخصبة ذاتيًا - تراوحت بين ٠,١٪ و ٠,٧٤٪ .

## الثمار والبذور

ثمرة البطاطس عنبة كروية ، يتراوح قطرها بين ١٢ و ٢٥ مم ، لونها أخضر عادةً ، إلا أنها قد تكون قرمزيةً أو سوداء عند النضج . وتتكون الثمرة من مسكنين ، وتحتوى على بذورٍ كثيرةٍ توجد معلقةً فى المشيمة ، ويتراوح عدد البذور فى الثمرة الواحدة بين صفر ، و ٣٠٠ بذرة حسب الصنف .

والبذرة مسطحة بيضاوية ، أو كلوية الشكل ، لونها أصفر إلى بنى مصفر .

ولمزيد من التفاصيل عن الوصف المورفولوجى لنبات البطاطس ... يراجع Sterling (١٩٦٦) ، و Cutter (١٩٧٨) .

الفصل الثالث

# الأصناف

## المواصفات المستخدمة فى تعُرف أصناف البطاطس وتقسيمها

يستخدم عديد من الصفات النباتية فى تعُرف أصناف البطاطس ، كما يستخدم بعضها فى تقسيم الأصناف إلى مجموعات لتسهل دراستها ، وهى كما يلى ( عن مرسى ونور الدين ١٩٧٠ بتصرف ) :

### ١- المظهر الخارجى للنبات من حيث الصفات التالية :

( أ ) طبيعة النمو : قائم أو مفترش .

( ب ) قوة النمو : قوى ، أو متوسط ، أو ضعيف .

( جـ ) طول الساق : قزمية يقل طولها عن ٣٠سم ، أو صغيرة يتراوح طولها بين ٣٠سم و ٤٥سم ، أو متوسطة الطول بين ٤٥سم و ٦٠ سم ، أو طويلة تزيد على ٦٠سم .

( د ) لون النبات : أخضر رمادى ، كما فى ألفا وأران بانر، أو أخضر داكن، كما فى أمباسا دور Ambassadeur ، وسنج Sientje، أو أخضر معتم، كما فى بنج Bintje، أو أخضر فاتح كما فى كلايمكس Climax، وأب - تو - ديت Up-to- date.

### ٢ - مواصفات ساق النبات من حيث الصفات التالية :

( أ ) الوقت الذى تصبح فيه الساق مجوفة : عند اتمام النضج ، أو عند موت النبات .

( ب ) عدد السيقان : قليلة ، كما فى الصنف ألفا ، أو متوسطة العدد ، كما فى الصنف أران بانر .

( جـ ) درجة تفرع السيقان .

( د ) سمك الساق : رفيعة، كما فى الصنف فيرور Furore، أو متوسطة السمك، كما فى بايونير Pioneer ، أو سميكة ، كما فى أران بانر وكليماكس وكاتادن Katahdin .

( هـ ) شكل الأجنحة عند زوايا الساق فى السلاميتين أو الثلاث سلاميات العلوية : غير مميزة، كما فى جلادستون ، أو ضيقة، كما فى بنج وسنج ، أو عريضة، كما فى أران بانر وكليماكس وكاتادن ، أو مستقيمة، كما فى ألفا وأران بانر، أو مموجة ، كما فى إيبكور Epicure .

## ٣- مواصفات الأوراق من حيث الصفات التالية :

( أ ) الزاوية التى تصنعها الورقة الكاملة النمو مع الساق : أقل من ٤٥° ، كما فى الصنف ديوك أوف يورك Duke of York ، أو أكثر من ذلك ، كما فى تشارلس إكسبريس Charles Express وفى الأوراق العلوية للصنف بنج .

( ب ) طول الورقة : قصيرة كما فى الصنف دنبر استاندرد ، أو طويلة ، كما فى أب - تو - ديت .

( جـ ) لون العرق الوسطى للورقة : تعتبر هذه الصفة من الصفات التصنيفية الثابتة التى يعتمد عليها. قد يكون العرق الوسطى غير ملون، كما فى دنبر استاندرد ، وقد يتركز اللون فى الوريقات ، أو فى آباط الأوراق، كما فى دون ستار، وقد يتلون العرق الوسطى كله ، كما فى الصنف أران فيكتورى.

( د ) حجم الورقة : صغيرة ، كما فى الصنف بايونير ، أو متوسطة ، كما فى باترونس وسنج وألفا وماجسيتيك أو كبيرة كما فى كادتان وكليماكس وبنج وأمياسادور.

( هـ ) توزيع الوريقات على العرق الوسطى : مفتوح ، فتكون الوريقات متباعدة عن بعضها ، كما فى الصنف أران بانر ، وبايونير ، وماجيستيك ، أو متوسط، فتكون متوسطة التباعد عن بعضها البعض، كما فى ألفا، وإيبكيور أو منضغط، فتكون الوريقات متقاربة من بعضها البعض الى درجة

أنها تظهر متزاحمة على العرق الوسطى كما فى أمباسادور ، وكاتادن ، وكليماكس .

( و ) حجم الوريقات : صغيرة ، أو متوسطة ، كما فى ألفا ، أو كبيرة ، كما فى أران بانر ، وبنج ، وكليماكس .

( ز ) طول الوريقة : صغيرة لا يقل عن ٦سم ، أو متوسطة يتراوح طولها بين ٦ سم و٨ سم ، أو طويلة يتراوح طولها بين ٧سم و١٠سم ، أو طويلة جدًا يزيد طولها على ١٠سم .

( ح ) عرض الوريقة : ضيقة ، يقل عرض الوريقة عن ثلثى طولها كما فى كنج إدوارد ، أو متوسطة يبلغ عرض الوريقة نحو ثلثى طولها، كما فى الصنف ماجيستيك ، أو عريضة يزيد عرضها على ثلثى طولها كما فى الصنف جلادستون .

( ط ) الزاوية التى تصنعها الوريقة تحت الطرفية مع العرق الوسطى : حادة لدرجة أن الوريقة تحت الطرفية تغطى جزءاً من الوريقة الطرفية، كما فى الصنف إبيكيور أو كبيرة كما فى أران بانر .

( ى ) ملمس الوريقات: ناعمة ، كما فى الصنف ماجيستيك أو قليلة التجعد، كما فى كنج إدوارد ، أو مجعدة كما فى أران روز، أو لامعة كما فى جلادستون ، أو بها شعيرات كما فى فى إيرش شفتيان ، أو قليلة الشعيرات كما فى الصنف ماجيستيك .

( ك ) طريقة اتصال أزواج الوريقات المتقابلة بالعنق : الاتصال عند نفس النقطة تقريبًا ، أو الاتصال فى نقطتين متباعدتين قليلاً .

( ل ) مواصفات الوريقات الثانوية من حيث :

١ - العدد : قليلة جدًا كما فى الصنف دنبر يومان ، أو قليلة كما فى ماجيستيك وألفا وبنج ، أو متعددة كما فى أمباسادور ، وأران بانر .

٢ - الشكل : مستديرة ، كما فى الصنف إكلبس ، أو كبيرة كما فى أران بانر، أو متوسطة كما فى كنج إدوار ، أو صغيرة كما فى ماجيستيك .

٣ - مكان وجودها : تحمل طبيعيًا على العرق الوسطى، وقد تحمل على أعناق الوريقات كما فى الصنف أران بانر .

### ٤ – مواصفات الأزهار من حيث الصفات التالية :

( أ ) عدد الأزهار تحت الظروف الطبيعية : كثيرة جـداً كما فى ألفا وماجيستيك، أو نادرة أو منعدمة كما فى كنج إدوارد ، وأمباسادور ، أو قد تسقط البراعم قبل تفتحها كما فى أران بانر .

( ب ) طبيعة حمل الأزهار: إما فى نورة بسيطة ، حيث يتفرع حامل النورة الـى فرعين يحمل كل منهما مجموعة من الأزهار ؛ وبذا تكون النـورة سـيمية وحيدة التفرع، أو فى نورة مركبة ؛ حيث يتفرع حامل النورة إلى عدد مـن الفروع الرئيسية يحمل كل منها مجاميع من الأزهار . وقـد تتفـرع هـى الأخرى معطية أفرعا ثانوية .. ويوجد هذا النظام فى معظم الأصناف .

( جـ ) موضع خروج حامل النورة : على أحد الأفرع الجانبية ، أو من إبط ورقـة على الساق الرئيسية ، كما فى دنبـر استاندرد ، أو من الموضعين معـا، كما فى أران فيكتورى .

( د ) طول عنق الزهرة وعنق النورة : قصيران ، فتبدو الأزهار والنورات قائمة، كما فى كادتان أو طويلان ، فتبدو الأزهار والنورات متهدلة، كما فى بنـج وسنج .

( هـ ) لـون البـراعم وتوزيع الصبغات بها وكثافة الشعيرات التى تظهر عليها : لكل صنف صفاته الخاصة التى تميزه عن غيره .

( و ) لون الأزهار : أرجوانى داكن، كما فى أمباسادور ، أو أبيض ، كما فى أران بانر ، وبنج وكليماكـس ، وسنج ، أو أرجوانى فاتح، كما فى بـاترونس ، أو بنفسجى فاتـح ذو حواف بيضاء ، كما فـى جـايوونت ، أو بنفسـجى محمر ذو حواف بيضاء ، كما فى بيروسنيك.

( ز ) حجم الأزهار : صغيرة يقل قطـرها عن ٣سم ، كما فى أران فيكتـورى ، أو كبيرة يزيد قطرها على ٣سم ، كما فى برتش كوين .

( ح ) مواصفات أعضاء الزهرة : تختلف الأصناف فى أشكال ، وأحجام ، وألـوان المتوك ، وطول قلم الزهرة ، واستقامته أو انحنائه ، وعدد فصوص الميسم، وكمية وحيوية حبوب اللقاح .

**٥-مواصفات المدادات (السيقان الأرضية أو الريزومات) من حيث الطول واللون وطريقة اتصالها بالنبات .**

**٦ - مواصفات الدرنات من حيث الصفات التالية :**

( أ ) الشكل : كروية ، كما فى أران فيكتورى ، وأران بانر ، وكاتادن ، أو مستديرة إلى بيضاوية ، كما فى أمباسادور ، وكنج ، أو بيضاوية مدببة، كما فى برتش كوين ، أو كلوية ، كما فى سيجلند ، وشاربس إكسبريس ، أو شكل إصبع الموز، كما فى بانانا Banana (Coffin وآخرون ١٩٩٣) .

( ب ) لون الجلد : أبيض ، كما فى بنج ، وبايونير ، أو أبيض مصفر ، كما فى أران بانر ، أو أصفر ، كما فى أمباسادور ، وألفا ، أو أصفر بنى، كما فى كليماكس ، أو وردى ، كما فى فيرور.

( جـ ) اللون الداخلى : أبيض، كما فى أران بانر، وأران بايلوت، أو أبيض مصفر، كما فى ألفا وكنج إدوارد ، وأمباسادور ، وبنج ، وكاتتان ، وماجيستيك، وسنج ، وباترونس ، أو أرجوانى أو أحمر فى عدد قليل من الأصناف ، أو أصفر ، كما فى متشيجولد Mitchigold ( Chase وآخرون ١٩٩٢)، وبانانا .

( د ) عمق العيون : سطحية ، كما فى ماجيستيك ، وألفا ، وبنج ، وكليماكس ، وكاتادن ، وبايونير ، وسنج ، وسجلند ، أو متوسطة العمق ، كما فى إبوكا، وبومبا ، أو عميقة ، كما أران بانر، وأمباسادور ، وإيبكيور.

( هـ ) مدى تميز حاجب العين : غير مميز ، كما فى كنج إدوارد ، أو خفيف ، كما فى ماجيستيك ، أو مميز كما فى جريت سكوت .

( و ) صفات نبت الدرنة : تختلف أصناف البطاطس كثيرًا فى طريقة نمو النبت، وشكله ، ولونه وطريقة تفرعه ، وكثافة الشعيرات به ( شكل ٣-١ ، يوجد فى آخر الكتاب ) . ولكل صنف صفاته الخاصة التى تميزه من غيره كما يلى :

١ - النمو : بطئ ، كما فى ألفا ، وباترونس، أو متوسط السرعة ، كما فى أمباسادور ، أو سريع، كما فى سنج ، وبايونير ، وماجيستيك، وكادتادن ، وبنج .

٢ – اللون : أحمر مخضب بالبنى كما فى بروسنيك ، أو بنفسجى مخضب بالزرقة، كما فى بنج ، أو بنى ضارب إلى الحمرة ، كما فى بايونير، أو أرجوانى ضارب إلى البنى والأخضر، كما فى ألفا، أو أرجوانى ضارب إلى البنى والأحمر، كما فى أمباسادور، أو أحمر ضارب إلى الأرجوانى ، كما فى أران بانر.

٣ – كثافة الشعيرات : كثيفة ، كما فى بيروسنيك، وبنج ، وأران بانر، وكادتادن ، أو متوسطة العدد، كما فى سنج، وأمباسادور، أو قليلة، كما فى باترونس، وألفا .

٤ – ملمس الشعيرات : ناعم ، كما فى بنج ، وكادتان ، أو خشن، كما فى كليماكس ، وماجيستيك .

وتميز صفات الشعيرات عندما يصل طول النبت إلى ٢سم .

## مواصفات الأصناف الهامة

توجد المئات من أصناف البطاطس التى تنتشر زراعتها فى شتى أرجاء العالم. وأغلب الأصناف المستخدمة فى الزراعة فى المنطقة العربية تعد من الأصناف الأوروبية. ويزرع فى مصر عدد كبير نسبيًا من أصناف البطاطس التى تستورد من شركات ومحطات تربية وإنتاج البطاطس فى دول أوروبا الغربية . والغرض من كثرة الأصناف المستخدمة فى الزراعة ، وتنوع مصادرها هو تجنب احتكار إحدى الجهات المنتجة لصنفٍ معين ، وتجنب المشاكل التى قد تترتب على الاعتماد على عددٍ قليلٍ من الأصناف فى حالة نقص المعروض من تقاويها فى الأسواق .

ويعطى Stevenson & Clark (١٩٣٧) وصفًا تفصيليًا لأصناف البطاطس التى أدخلت فى الزراعة قبل عام ١٩٣٧، ونشأتها، وتاريخ زراعتها. ويعطى Minges (١٩٧٢) وصفًا مماثلاً للأصناف التى أدخلت فى الزراعة بعد ذلك حتى عام ١٩٧٢ . ويمكن التزود بالكثير من المعلومات عن أصناف البطاطس القديمة فى المراجع الخاصة بالبطاطس ؛ مثل : Burton (١٩٤٨)، و Hardenburg (١٩٤٩)، و Talburt & Smith (١٩٥٩) . أما الأصناف الحديثة ، فإن أفضل مصادر لها ، فهى الكتالوجات الخاصة بأصناف البطاطس ، والتى تصدرها شركات ومحطات تربية وإنتاج البطاطس .

ويزيد عدد أصناف البطاطس التى تنتشر زراعتها فى مصر عن ٦٠ صنفًا؛ نذكر منها ما يلى (عن د. أحمد شرارة – معهد بحوث البساتين – اتصال شخصى) :

| | | | |
|---|---|---|---|
| أجريا | Agria | أكسنت | Accent |
| ألفا | Alpha | آياكس | Ajax |
| آريان | Ariane | أمبو | Ambo |
| أران بانر | Arran Banner | آرندا | Arinda |
| أطلانتك | Atlantic | أستركس | Astrix |
| آفوندال | Avondal | أطلس | Atlas |
| بركة | Baraka | عزيزة | Aziza |
| برن | Bern | بربر | Berber |
| كارا | Cara | بلوندى | Blondy |
| كلوديا | Claudia | كاردينال | Cardinal |
| كلترا | Cultra | كوزيما | Cosima |
| دیامانت | Diamant | ديزريه | Désirée |
| دنيا | Donia | ديسكو | Disco |
| إسكورت | Escort | دراجا | Draga |
| جيجانت | Gigant | فريزيا | Fresia |
| هرثا | Hertha | جراتا | Grata |
| يارلا | Jaerla | إسنا | Isna |
| كنبك | Kennebec | كنج إدوارد | King Edward |
| كوندور | Kondor | كورياجين | Korrigane |
| ليدى روزيتا | Lady Rossetta | ليسيتا | Lesita |
| لولا | Lola | ليرا | Lyra |
| مارادونا | Maraddona | مارفونا | Marfona |
| ميراكا | Miraca | موناليزا | Monaliza |
| مونديال | Mondial | نيقولا | Nicola |
| نايتا | Nieta | أوبلكس | Obelix |
| باترونس | Patrons | بيكاسو | Picasso |
| ساحل | Sahel | سامبا | Samba |
| سانتيه | Santé | سنتج | Sientje |

| | | | |
|---|---|---|---|
| سيجلاند | Sigland | سلانى | Slaney |
| سبونتا | Spunta | سوبر ستار | Superstar |
| تيماتى | Timate | توربو | Turbo |
| ڤان جوخ | Van Gogh | فايتال | Vital |
| ياسمينا | Yesmina | | |

ونقدم بيانًا بمواصفات أكثر هذه الأصناف انتشارًا فى الزراعة المحلية فيما يلى (عن NIVAA ١٩٩٤ ، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٤ ، ونشرات الشركات المتخصصة) :

### ١- أكسنت Accent

صنف مبكر. الدرنات مستديرة إلى بيضاوية الشكل ، لونها الخارجى أصفر والداخلى أصفر باهت ، عيونها سطحية ، منخفضة إلى منخفضة جدًا فى محتواها من المادة الجافة ( شكل ٣-٤ ، يوجد فى آخر الكتاب ) السيقان قرمزية فاتحة اللون، والأوراق كبيرة . النبات قليل الإزهار ، والأزهار بيضاء اللون . مقاوم للندوة المتأخرة (الدرنات فقط ) ، وفيرس Y ، والتثالل ، والنيماتودا الذهبية .

### ٢-أجريا Agria

صنف متوسط التأخير فى النضج. الدرنات كبيرة جدًا ، بيضاوية طويلة ، لونها الخارجى أصفر والداخلى أصفر قاتم ، ناعمة ، عيونها سطحية ، مرتفعة فى محتواها من المادة الجافة ، تصلح لصناعة الشبس . السيقان سميكة قائمة ، لونها قرمزى فاتح ، والأوراق كبيرة . النورة كبيرة ، والأزهار بيضاء اللون . مقاوم لفيرس A، ومنيع ضد فيرس X ، ومقاوم للنيماتودا الذهبية . من أصناف التصدير وخاصة إلى ألمانيا .

### ٣- آياكس Ajax

صنف هولندى ، متوسط التبكير فى النضج ، ومنخفض جدًا فى نسبة المادة الجافة ؛ مما يميز طعمه ويُجوّده عند الطهى أو القلى ، مقاوم لفيرس التفاف الأوراق وفيرس Y ، ومنيع ضد فيرس A . السيقان قليلة العدد وسميكة ، وتنتشر جانبيًا فى مرحلةٍ مبكرة من النمو، ذات لونٍ قرمزىٍ باهت فى محاور الأوراق . الأوراق كبيرة ومتهدلة . الدرنات كبيرة وبيضاوية وناعمة ، ولون جلدها أصفر، ولونها الداخلى أصفر باهت . العيون عميقة قليلاً (شكل ٣-٢ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

نجحت زراعته فى معظم محافظات مصر، وبصفةٍ خاصةٍ فى الوجه البحرى، ويجود فى العروتين الصيفية والخريفية . محصوله يعادل محصول الصنف ألفا . يتحمل التخزين فى النوالات ، تصلح درناته للتسويق المحلى والتصدير إلى الدول العربية .

### ٤–ألفا Alpha

صنف هولندى ، متأخر النضج ، منخفض فى نسبة المادة الجافة ، وذو قوام نشوى ، النمو الخضرى منفرج وقوى ، ويغطى الأرض بشكلٍ جيدٍ ، ومقاوم نسبيًا لمرض الندوة المتأخرة . السيقان قليلة العدد ، وتنتشر قليلاً ، وذات لون قرمزى باهت . الأوراق كبيرة والنورات كبيرة ، وتحمل أزهارًا كثيرة . الأزهار لونها أحمر ضارب إلى البنفسجى ، وذات حوافٍ بيضاء . الدرنات بيضاوية قصيرة ، عيونها متوسطة العمق ، لونها الخارجى والداخلى أصفر باهت ( شكل ٣–٢ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

تجود زراعته فى جميع أنحاء مصر فى كلتا العروتين، ويتحمل التخزين فى النوالات . المحصول مرتفع ومقبول فى السوق المحلية والعربية .

### ٥–أمبو Ambo

صنف أيرلندى يمكن أن يكون بديلاً للصنف كنج إدوارد .

### ٦– أران بانر Arran Banner

صنف إنجليزى المنشأ ، متوسط التبكير فى النضج ، منخفض كثيرًا فى نسبة المادة الجافة ، يعطى نموًا حضريًا قويًا يغطى الخطوط بصورة جيدة ، ويتحمل الجفاف ، ومقاوم لفيرس Y . السيقان كثيرة العدد، وسميكة ، وتنتشر جانبيًا ، وذات لون قرمزى باهت فى محاور الأوراق. الأوراق كبيرة ومتهدلة ، والنورات قليلة ، والأزهار بيضاء اللون ، إلا أنها نادرة ؛ لأن معظم البراعم تسقط قبل أن تتفتح . والدرنات كروية ناعمة ، لونها الخارجى أبيض ضارب إلى الصفرة ، ولونها الداخلى أبيض . والبراعم عميقة (شكل ٣–٢ ، يوجد فى آخر الكتاب).

يجود فى محافظات الجيزة ، وبنى سويف ، والمنيا ، والدقهلية . تتحمل درناته التقطيع عند زراعتها ، كما تتحمل التخزين فى النوالات .

### ٧– أطلانتك Atlantic

صنف متوسط فى موعد النضج . الدرنات كبيرة بيضاوية ، محتواها مرتفع من المادة

الجافة ، تصلح لصناعة الشبس ، وذات فترة سكون طويلة ، وتتحمل التخزين لفترة طويلة . مقاوم للنمو الثانوى ، والتحلل الشبكى ، وفيروس X ، ومتوسط المقاومة لذبول فيرتسيليلم .

٨–أفونِدال Avondal

يتشابه مع الصنف كارا . الدرنات لونها الخارجى أصفر والداخلى أصفر باهت. يصلح للتخزين والتصدير .

٩– بركة Baraka

صنف متأخر . الدرنات كبيرة جدا ، بيضاوية مفلطحة ، لونها الخارجى والداخلى أصفر باهت ، ناعمة الملمس ، عيونها متوسطة العمق ، عالية فى محتواها من المادة الجافة . السيقان قليلة العدد ، سميكة وطويلة ، وخضراء ، والأوراق كبيرة والنورات كبيرة، والأزهار حمراء إلى قرمزية اللون. مقاوم للندوة المتأخرة (الدرنات فقط)، وفيرس التفاف الأوراق ، وفيرس Y ، ومنيع ضد فيرس A . من أصناف التصدير. يمكن تخزينه فى النوالات ، ويصلح للتصدير إلى الدول العربية (شكل ٣–٣ ، يوجد فى آخر الكتاب).

١٠– بربر Berber

صنف مبكر. الدرنات بيضاوية الشكل ، لونها الخارجى والداخلى أصفر باهت، ناعمة، عيونها سطحية ، ومنخفضة إلى متوسطة فى محتواها من المادة الجافة. السيقان قليلة العدد، سميكة ، لونها قرمزى باهت ، والأوراق كبيرة . مقاوم للندوة المتأخرة (الدرنات فقط) ، وفيرس Y ، والتثألل ، والنيماتودا الذهبية . من أصناف التصدير.

١١– بلوندى Blondy

صنف مبكر إلى متوسطٍ فى موعد النضج . الدرنات كبيرة بيضاوية ، محتواها مرتفع من المادة الجافة ، يقل فيها تراكم السكريات عند التخزين فى حرارة منخفضة، وتصلح للتصنيع .

١٢– كارا Cara

منشأة أيرلندا الجنوبية . متوسط التأخير فى النضج. يصلح كبديلٍ للصنف كنج إدوارد

فى الزراعة لإنتاج المحصول المبكر للتصدير ، ويتميز عليه بارتفاع محصول الدرنات الناضجة . مقاوم نسبيًا لمرض الندوة المتأخرة، وتجود زراعته فى نفس مناطق زراعة الصنف كنج إدوارد . يصدر الى المملكة المتحدة، وإسبانيا، والدول الإسكندنافية .

### ١٣- كاردنيال Cardinal

صنف متوسط التأخير فى النضج . الدرنات كبيرة بيضاوية مستدقة الطرف أحيانًا، لونها الخارجى أحمر والداخلى أصفر، خشنة الملمس، وعالية فى محتواها من المادة الجافة . السيقان قليلة العدد، سميكة، منتشرة ، لونها أحمر قزى قاتم ، والأوراق كبيرة . مقاوم للنيماتودا الذهبية ، ومنيع ضد فيرس A. يزرع على نطاقٍ واسعٍ فى مصر لأجل تصنيع البطاطس المحمرة المجمدة ( شكل ٣-٥ ، يوجد فى آخر الكتاب).

### ١٤-كلوديا Claudia

صنف هولندى مبكر جدًا فى النضج . الدرنات بيضاوية مستطيلة متوسطة إلى كبيرة الحجم ، لونها الخارجى أصفر ، وكذلك اللون الداخلى . والعيون سطحية .

يجود فى محافظات البحيرة ، والغربية ، والمنوفية ، والجيزة . ويمكن زراعته فى العروة الخريفية المبكرة خلال شهر أغسطس فى بعض مراكز محافظة البحيرة .

### ١٥-كوزيما Cosima

منشأة ألمانيا الغربية ، متأخر النضج . مجموعه الخضرى قوى ، ودرناته كبيرة الحجم وبيضاوية الشكل باستدارة ، ولونها الخارجى أصفر. العيون متوسطة التعمق. كما أنه مقاوم نسبيًا لمرض الندوة المتأخرة .

تجود زراعته فى معظم مناطق الإنتاج فى كلتا العروتين ، ويتحمل التخزين فى النوالات ، ومحصوله يفوق محصول الصنف ألفا .

### ١٦- ديزيريه Desiree

صنف هولندى ، متوسط التأخير فى النضج ، منخفض فى نسبة المادة الجافة يصلح لعمل الشبس . سريع النمو ، ويغطى الخطوط بصورةٍ جيدةٍ . يتحمل الجفاف ، مقاوم لفيرس A ، وفيرس Y . السيقان كثيرة العدد ، وسميكة وطويلة ، وتنتشر جانبيًّا ، ذات

لون أحمر ضارب إلى البنى. الأوراق صغيرة ، والنورات الزهرية كثيرة، ولون الأزهار قرمزى ضارب إلى الحمرة . الدرنات كبيرة ناعمة، لونها الخارجى أحمر، ولونها الداخلى أصفر باهت . العيون سطحية .

يجود فى جميع مناطق الإنتاج ، وفى كلتا العروتين ، وخاصة فى العروة الخريفية .

### ١٧- دايمنت Diamant

صنف هولندى ، متوسط التأخير فى النضج ، محتواه مرتفع من المادة الجافة ، نموه الخضرى قوى ويغطى الخطوط جيدًا . الدرنات بيضاوية الشكل باستطالة ، متوسطة إلى كبيرة الحجم ، وملساء ، ولونها الخارجى أصفر ، ولونها الداخلى أصفر فاتح .العيون سطحية ، وهذا الصنف مقاوم للجفاف.

يتفوق محصوله على محصول الصنف ألفا، ويجود فى جميع مناطق الإنتاج فى كلتا العروتين . يتحمل التخزين فى النوالات ، ويصلح للتسويق المحلى والتصدير إلى الدول العربية . تنتشر زراعته فى محافظة المنوفية .

### ١٨-دراجا Draga

صنف هولندى ، متوسط التبكير فى النضج ، منخفض فى نسبة المادة الجافة . النمو الخضرى قوى ، يتحمل الجفاف ، ومتوسط المقاومة لمرض الندوة المتأخرة. السيقان قليلة وسميكة، وتنتشر جانبيًا بدرجة كبيرة، ولونها أخضر . الأوراق كبيرة جدًا ومتهدلة، والنورات قليلة جدًا ، ولون الأزهار قرمزى ضارب إلى الحمرة. الدرنات كروية إلى بيضاوية ، قصيرة ناعمة ، لونها الخارجى أصفر ، ولونها الداخلى أبيض كريمى . والعيون عميقة ، ويوجد معظمها فى قمة الدرنة .

محصوله يعادل محصول الصنف ألفا ، ويتحمل التخزين فى النوالات . تصلح درناته للسوق المحلية والتصدير إلى الدول العربية .

### ١٩- إسكورت Escort

صنف متوسط التبكير فى النضج . الدرنات بيضاوية قصيرة ، لونها الخارجى والداخلى أصفر باهت ، ناعمة الملمس ، وعيونها سطحية. السيقان قليلة العدد ، سميكة، ومنتشرة بشدة ، خضراء اللون فيما عدا عند محاور الأوراق؛ حيث تكون قرمزية باهتة

اللون ، والأوراق كبيرة . مقاوم لفيرس التفاف الأوراق وفيرس Y ، ومنيع ضد مـــرض التثألل .

### ٢٠- جيجنت Gigant

متوسط التبكير فى موعد النضج . الدرنات بيضاوية ، لونـــها الخـــارجى والداخلـــى أصفر، خشنة الملمس نسبيًا ، عيونها سطحية، ومتوسطة فى محتواها من المادة الجافة . السيقان قليلة العدد ، سميكة ، ومنتشرة قليلاً، والأوراق كبـــيرة . مقـــاوم لفـــيرس Y ، ومنيع ضد فيروس A ، و X ومرض التثألل ، ومقاوم للنيماتودا الذهبية .

### ٢١- جراتا Grata

منشأة ألمانيا ، متوسط التأخير فى النضج ، متوســـط النمـــو الخضـــرى . الدرنـــات بيضاوية الشكل ، ومتوسطة الحجم ، ولونها أصفر ، ولونها الداخلى مصفـــر . العيـــون سطحية ، لا يتحمل درجات الحرارة المرتفعة .

تجود زراعته فى الوجه البحرى . ينصح بزراعته فى نهايـــة شـــهر ينـــاير للعـــروة الصيفية وأوائل أكتوبر للعروة الخريفية . تتحمل الدرنات التقطيع عند زراعتها. ويمكـــن تصديره إلى أسواق ألمانيا الغربية .

### ٢٢-هرثا Hertha

متوسط التبكير فى موعد النضج . الدرنات بيضاوية قصيرة ، لونها الخارجى أصفـــر والداخلى أصفر باهت ، ناعمة الملمس ، عيونها سطحية ، وعالية فى محتواها من المادة الجافة . السيقان كثيرة ، سميكة ، ومنتشرة قليلاً ، ولونها أخضر فيما عدا عند محـــاور الأوراق ، حيث يكون لونها قرمزيًا باهتًا ، والأوراق صغيرة . النورات عديدة ، والأزهار بيضاء . مقاوم لفيرس التفاف الأوراق ، وفيرس Y ، والنيماتودا الذهبية، ومنيـــع ضـــد مرض التثألل .

### ٢٣-يارلا Jaerla

صنف هولندى ، مبكر ، منخفض كثيرًا فى نسبة المادة الجافة، نموه الخضرى سريع وقوى ، ويغطى الخطوط جيدًا ، ويتحمل الجفاف . السيقان قليلة العدد، وسميكة ، وتنتشر جانبيًا فى مرحلة مبكرة من النمو ، وذات لون قرمـــزى بـــاهت فـــى محـــاور الأوراق .

الأوراق كبيرة نسبيًا ومتهدلة ، والنورات صغيرة والأزهار بيضاء وقليلة . الدرنات كبيرة جدًا وبيضاوية ، وناعمة ، ولونها الخارجى والداخلى أصفر باهت . والعيون سطحية .

يجود فى معظم مناطق الإنتاج وفى العروتين الصيفية والخريفية ، محصوله جيد، ويعادل محصول الصنف ألفا، أو يتفوق عليه. تتحمل الدرنات التقطيع عند الزراعة، كما تتحمل التخزين فى نوالات . يلائم السوق المحلية والتصدير إلى الدول العربية .

### ٢٤-كنيبك Kennebec

صنف أمريكى ، متوسط فى موعد النضج ، منخفض فى نسبة المادة الجافة . النمو الخضرى قوى ، ويغطى الخطوط جيدا ، يتحمل الجفاف ، ومقاوم نسبيًا للندوة المتأخرة ، ولفيرس A وفيرس Y . السيقان قليلة العدد، وسميكة وقائمة ، وخضراء اللون . الأوراق كبيرة جدًا ، والنورات صغيرة ، وقليلة العدد ، والأزهار قليلة ، وبيضاء اللون. الدرنات كبيرة الحجم، وبيضاوية ، وقصيرة ، وناعمة ، ولونها الخارجى ضارب إلى الاصفرار ولونها الداخلى أبيض . والعيون سطحية .

### ٢٥-كنج إدوارد King Edward

صنف إنجليزى، متوسط التبكير فى النضج، يلزمه حوالى ١٠٥-١١٠ أيام لتمام نضج الدرنات . أما عند زراعته لإنتاج محصول التصدير ( البطاطس الجديدة new potatoes أو البطاطس "البلية ")، فيلزمه ٩٠ يومًا فقط . الدرنات بيضاوية إلى كلوية الشكل ، متوسطة الحجم، لونها الخارجى أصفر مع وجود بقع حمراء حول العيون، ولونها الداخلى أبيض. والعيون سطحية ولا يظهر الحاجب بوضوح. لا تتحمل النباتات درجات الحرارة المرتفعة.

تتحمل الدرنات التقطيع عند زراعتها ، ويجود فى محافظات البحيرة ، والغربية ، والمنوفية ، والشرقية ، والإسماعيلية خلال العروة الصيفية المبكرة . لا يتحمل التخزين فى النوالات .

### ٢٦- كوندور Kondor

صنف متوسط التبكير . الدرنات كبيرة جدًا ، بيضاوية طويلة ، ناعمة الملمس ، لونها الخارجى أحمر والداخلى أصفر باهت ، عيونها متوسطة العمق ، ومنخفضة إلى متوسطة

فى محتواها من المادة الجافة. السيقان قليلة العدد ، سميكة ، قائمة ، ولونها أحمر قاتم ، والأوراق كبيرة. النورات عديدة ، والأزهار لونها أحمر قرمزى قاتم . منيع ضد فيرس A ومرض التثألل .

### ٢٧– ليدى روزيتا Lady Rosetta

صنف متوسط التبكير . الدرنات كروية ، لونها الخارجى أحمر والداخلى أصفر باهت ، خشنة الملمس ، وعيونها سطحية ، ومرتفعة جدًا فى محتواها من المادة الجافة . السيقان قليلة العدد ، سميكة ، وقائمة ، والأوراق كبيرة . النورات صغيرة وقليلة العدد ، والأزهار لونها أحمر قرمزى قاتم .

### ٢٨– لولا Lola

صنف مبكر . الدرنات طويلة بيضاوية متجانسة الشكل .

### ٢٩–ليرا Lyra

صنف ألمانى . الدرنات لونها الخارجى والداخلى أصفر . يصلح للتصدير ، وخاصة إلى ألمانيا .

### ٣٠– مارفونا Marfona

صنف متوسط التبكير. الدرنات كبيرة جدًا، بيضاوية قصيرة، لونها الخارجى والداخلى أبيض باهت، ناعمة الملمس، عيونها متوسطة العمق، ومنخفضة جدًا فى محتواها من المادة الجافة. السيقان قليلة العدد ، سميكة ، منفرجة قليلاً ، لونها قرمزى فاتح ، والأوراق كبيرة . النورات كثيرة ، والأزهار لونها أصفر باهت . مقاوم لفيرس Y ، ومنيع ضد مرض التثألل .

### ٣١–ميركا Mirka

صنف هولندى ، متوسط التبكير إلى متوسط التأخير فى النضج ، منخفض فى نسبة المادة الجافة . النمو الخضرى يغطى الخطوط جيدًا ، يتحمل الجفاف جيدًا جدًا ، مقاوم لفيرس التفاف الأوراق . السيقان قليلة ، سميكة ، وطويلة ، وتنتشر قليلاً ، وذات لون قرمزى باهت عند القاعدة وفى محاور الأوراق . الأوراق كبيرة نسبيًا ومجعدة قليلاً .

والنورات صغيرة وقليلة العدد ، والأزهار بيضاء . الدرنات طويلة وبيضاوية ، ولونها الخارجى والداخلى أصفر ، والعيون سطحية .

يجود فى معظم محافظات الوجه البحرى فى كلتا العروتين . ينصح بزراعته مبكرًا خلال شهر يناير فى العروة الصيفية. وتتحمل الدرنات التقطيع عند الزراعة ، ولكنها لا تتحمل التخزين فى النوالات .

### ٣٢– موناليزا Monalisa

صنف مبكر. الدرنات كبيرة ، بيضاوية طويلة إلى كلوية الشكل ، لونها الخارجى أصفر والداخلى أصفر باهت ، ناعمة الملمس ، عيونها سطحية ، ومنخفضة فى محتواها من المادة الجافة . السيقان قليلة العدد ، سميكة ، منتشرة قليلاً ، لونها قرمزى فاتح ، والأوراق كبيرة . النورات صغيرة وقليلة العدد، والعيون سطحية . مقاوم لفيرس Y وفيرس التفاف الأوراق ، ومنيع ضد فيرس A ومرض التثألل . من أهم أصناف التصدير إلى أسواق ألمانيا ، وفرنسا ، وإيطاليا .

### ٣٣–مونديال Mondial

صنف متأخر إلى متأخر جدًا . الدرنات كبيرة بيضاوية طويلة ، لونها الخارجى أصفر والداخلى اصفر باهت، ناعمة الملمس، عيونها سطحية، ومنخفضة إلى متوسطة المحتوى من المادة الجافة. السيقان عديدة ، سميكة ، ومنتشرة بوضوح ، لونها أخضر ، والأوراق كبيرة . النورات كبيرة وعديدة ، والأزهار بيضاء . مقاوم لفيرس Y والنيماتودا الذهبية ، ومنيع ضد فيرس A وفيرس X .

### ٣٤– نيقولا Nicola

صنف متوسط التأخير. الدرنات بيضاوية طويلة، لونها الخارجى والداخلى أصفر، ناعمة الملمس، عيونها سطحية، متوسطة إلى مرتفعة فى محتواها من المادة الجافة. السيقان عديدة، ورفيعة، ومنتشرة بشدة، ولونها قرمزى فاتح جدًا عند محاور الأوراق، والأوراق صغيرة . النورات صغيرة وقليلة العدد ، والأزهار بيضاء . مقاوم لفيرس Y والنيماتودا الذهبية ، ومنيع ضد فيرس A وفيرس X ومرض التثألل .

### ٣٥– نيتا Nieta

صنف متوسط التبكير . الدرنات بيضاوية ، لونها الخارجى أبيض والداخلى كريمى،

عيونها متوسطة العمق ، ومحتواها من المادة الجافة متوسط . النبات نصف قائم إلى مفترش . الأزهار قليلة ، لونها أحمر قرمزى وقمتها بيضاء . متوسط المقاومة للندوة المتأخرة (الدرنات فقط) ، وفيرس Y ، ومنيع ضد مرض التثألل وفيرس X .

٣٦- أوبلكس Obelix

صنف متوسط التبكير . الدرنات بيضية الشكل ، لونها الخارجى أصفر والداخلى أصفر شاحب ، ناعمة الملمس ، وعيونها سطحية ، ومنخفضة فى محتواها من المادة الجافة. السيقان متوسطة الطول إلى طويلة ، وتميل إلى الانتشار قليلاً. النورات صغيرة، والأزهار بيضاء . مقاوم لفيرس A والنيماتودا الذهبية ، ومنيع ضد مرض التثألل . يصلح للتصدير إلى أوروبا والدول العربية .

٣٧- باترونس Patrons

صنف هولندى ، متوسط التأخير فى النضج ، منخفض فى نسبة المادة الجافة . النمو الخضرى قوى ، يغطى الخطوط جيدًا ، ويتحمل الجفاف جيدًا . السيقان كثيرة وسميكة ، وتنتشر قليلاً ، لونها أخضر . الأوراق كبيرة نسبيًا ومتهدلة . والنورات كثيرة العدد وكبيرة ، والأزهار ذات لون قرمزى ضارب إلى الأحمر الفاتح . الدرنات بيضاوية ناعمة ، ولونها الخارجى والداخلى أصفر باهت . والعيون سطحية ( شكل ٣-٤ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

يجود فى معظم مناطق الإنتاج . تتحمل الدرنات التقطيع عند زراعتها .

٣٨- بيكاسو Picasso

صنف متوسط التأخير . الدرنات بيضاوية كبيرة ، لونها الخارجى أصفر به بقع حمراء والداخلى أصفر باهت ، خشنة الملمس ، وعيونها سطحية ، ومنخفضة جدًا فى محتواها من المادة الجافة . السيقان سميكة ، قائمة ، لونها أحمر قرمزى فاتح، والأوراق متوسطة الحجم ، النورات صغيرة وقليلة العدد ، والأزهار بيضاء ، مقاوم لفيرس Y والنيماتودا الذهبية ، ومنيع ضد فيرس X .

٣٩- ساحل Sahel

صنف مبكر إلى متوسط فى موعد النضج . الدرنات كبيرة كروية متجانسة فى الشكل. يتحمل الجو الحار، ومقاوم لمرض التثألل .

٤٠- سامبا Samba

صنف مبكر إلى متوسط فى موعد النضج . الدرنات كبيرة وبيضاوية . يتحمل التخزين جيدًا . مقاوم لمرض الجرب العادى والندوة المتأخرة .

٤١- سانتيه Santé

صنف متوسط التبكير . الدرنات بيضاوية ، لونها الخارجى والداخلى أصفر باهت، ناعمة الملمس، عيونها سطحية، وعالية فى محتواها من المادة الجافة. السيقان قليلة العدد ، وسميكة ، ومنتشرة قليلاً ، خضراء اللون ، والأوراق كبيرة ، والنورات قليلة ، والأزهار بيضاء . مقاوم للنيماتودا الذهبية ، ومنيع ضد فيروسات A و X و Y .

٤٢- سنج Sientje

صنف هولندى ، متوسط التبكير فى النضج ، منخفض فى نسبة المادة الجافة . النمو الخضرى قوى ، ويغطى الخطوط جيدًا ، مقاوم لفيرس A. السيقان كثيرة العدد، وسميكة، وتنتشر قليلاً، وذات لون قرمزى باهت عند القاعدة وفى محاور الأوراق . الأوراق كبيرة، والنورات صغيرة ، وقليلة العدد ، والأزهار قليلة وبيضاء. الدرنات كبيرة وطويلة وتستدق نوعًا ما عند طرفيها، خاصة من الطرف القاعدى ، ولونها الخارجى أصفر، ولونها الداخلى أبيض كريمى. والعيون سطحية جدًا . يعد من أفضل الأصناف للزراعة فى الأراضى الرملية والخفيفة ، ولا ينصح بزراعته فى الأراضى الثقيلة .

٤٣- سلانى Slaney

صنف ايرلندى . الدرنات كبيرة ، ويصلح للتصدير والتصنيع .

٤٤- سبونتا Spunta

صنف هولندى ، متوسط التبكير فى النضج ، منخفض جدًا فى نسبة المادة الجافة، يتحمل الجفاف جيدًا ، مقاوم لفيرس Y ، ومنيع ضد فيرس A . السيقان كثيرة ، وتنتشر جانبيًا بكثرة ، وذات لون قرمزى عند القاعدة وفى محاور الأوراق . الأوراق صغيرة نسبيًا ومتهدلة ، والنورات قليلة العدد وصغيرة ، والأزهار بيضاء . الدرنات كبيرة وطويلة ومقوسة قليلاً ، ومدببة إلى حدٍ ما من قمتها ، وناعمة ، ولونها الخارجى أصفر باهت ، ولونها الداخلى أصفر فاتح ، والبراعم سطحية جدًا .

يجود فى معظم محافظات الوجه البحرى المنتجة للبطاطس فى كلتا العروتين ، لا يتحمل التخزين فى نوالات . تتحمل درناته التقطيع عند زراعتها ، ولكنها تحتاج إلى عنايةٍ خاصةٍ عند تداولها بعد الحصاد. مرغوب فى السوق المحلية وفى الأسواق العربية.

### ٤٥– سوبر ستار Super star

صنف متوسط التبكير فى النضج . الدرنات بيضاوية قصيرة . مقاوم لمرض الندوة المتأخرة .

### ٤٦– تيمات Timate

صنف مبكر. الدرنات كبيرة بيضاوية طويلة ، لونها الخارجى أصفر والداخلى أصفر باهت ، ناعمة الملمس ، عيونها سطحية ، وعالية فى محتواها من المادة الجافة . السيقان قليلة وسميكة ، ومنتشرة بشدة ، ولونها قرمزى فاتح ، والأوراق كبيرة . النورات صغيرة وقليلة العدد ، والأزهار بيضاء . مقاوم لفيرس Y والنيماتودا الذهبية ، ومنيع ضد فيرس X ومرض التثالل .

### ٤٧– توربو Turbo

متوسط التبكير . الدرنات بيضاوية ، لونها الخارجى أصفر والداخلى أصفر باهت، ناعمة الملمس ، عيونها سطحية ، ومحتواها من المادة الجافة متوسط . السيقان قليلة العدد ، سميكة ، منتشرة قليلاً ، وخضراء اللون ، والأوراق كبيرة . النورات متوسطة الحجم وكثيرة العدد ، والأزهار بيضاء اللون . مقاوم للنيماتودا الذهبية، ومنيع ضد مرض التثالل .

### ٤٨– فان جوخ Van Gogh

صنف متوسط التأخير إلى متأخر . الدرنات بيضاوية ، لونها الخارجى أصفر والداخلى أصفر باهت ، خشنة الملمس، عيونها سطحية إلى متوسطة العمق ، وعالية إلى عالية جدًا فى محتواها من المادة الجافة . السيقان طويلة ، وسميكة ، والأوراق متوسطة إلى كبيرة . النورات كبيرة والأزهار كثيرة وبيضاء اللون . مقاوم للندوة المتأخرة (النموات القمية والدرنات) والنيماتودا الذهبية . يصلح للتصدير والتصنيع .

٤٩– ياسمينا Yesmina

صنف مبكر . الدرنات بيضاوية طويلة متوسطة الحجم . مقاوم للنيماتودا الذهبية .

الفصل الرابع

# الاحتياجات البيئية

للعوامل البيئية تأثيرات بالغة على نبات البطاطس ونموه وتطوره. وندرس فى هذا الفصل الاحتياجات البيئية لنبات البطاطس بالقدر الذى يساعد المنتج على اختيار التربة، والموعد المناسبين للزراعة. أما تفاصيل تأثير العوامل البيئية ، فإنها تناقش فى فصولٍ أخرى من هذا الكتاب ، خاصة تلك التى تتناول مواضيع النمو والتطور ، وفسيولوجيا صفات الجودة ، والعيوب الفسيولوجية والنموات غير الطبيعية ، والتخزين .

## العوامل الأرضية

### قوام ومسامية التربة

تنجح زراعة البطاطس فى مختلف أنواع الأراضى من الرملية الخفيفة إلى الطينية الثقيلة نسبيًا ، كما تزرع أيضًا فى الأراضى العضوية ، لكن أفضل الأراضى لزراعة البطاطس هى المعدنية الخفيفة القوام . ويشترط لنجاح زراعتها فى الأراضى الرملية الاهتمام بعمليتى الرى والتسميد، كما يشترط لنجاح الزراعة فى الأراضى الطينية الثقيلة نسبيًا العناية بعمليتى الصرف والتسميد العضوى . ولا ينصح بزراعة البطاطس فى الأراضى الثقيلة أو الخدقة .

وتختلف أصناف البطاطس فى تحملها للأراضى المختلفة القوام ؛ فمثلا تنجح زراعة الأصناف ألفا ، وأران بانر ، وديزيريه فى الأراضى الثقيلة بدرجةٍ أكبر من غيرها من الأصناف . ولا تجود زراعة الصنفين سنج ، وكنج إدوارد إلا فى الأراضى الخفيفة .

ويوصى باتباع دورةٍ زراعيةٍ طويلةٍ نسبيًا للقضاء على الآفات التى تعيش فى التربة من جانبٍ ، ولتجنب انضغاط التربة soil compaction من جانبٍ آخر ؛ وهذا الأمر يحدث نتيجة لكثرة مرور الآلات الثقيلة فى حقول البطاطس .

ويؤدى انضغاط التربة إلى نقص مساميتها ، وانخفاض نفاذيتها للماء ، وزيادة القوة اللازمة لحرثها، ولإجراء عملية الحصاد ، كما يتسبب انضغاط التربة فى إحداث التأثيرات التالية :

١ – تأخير الإنبات .

٢ – ضعف النمو الخضرى والنمو الجذرى .

٣ – ارتفاع درجة حرارة التربة نتيجة لعدم تغطية النموات الخضرية للخطوط بصورة جيدة .

٤ – نقص المحصول ، وزيادة نسبة الدرنات المشوهة الشكل .

٥ – تتكون الدرنات على عمق يقل بمقدار حوالى ٢,٥ سم عما فى الأراضى غير المنضغطة ، وقد يرجع ذلك إلى أن الزراعة لا تكون عميقة بسبب صعوبة حرثها جيدًا ، أو إلى أن النموات الأرضية لا تتعمق فيها .

٦ – يتأخر النضج الفسيولوجى نتيجة لبطء الإنبات والنمو .

٧ – تنخفض الكثافة النوعية للدرنات .

وتجدر الإشارة إلى أن جذور البطاطس ليست قويةً ، ولا يمكنها اختراق التربة الصلدة المنضغطة بسهولة. وتعتبر طبقات التربة الصلدة – التى تنشأ من جرّاء تكرار حراثة التربة على عمق واحد – من أكبر المشاكل التى تواجه إنتاج البطاطس؛ حيث يكون نمو الجذور وتكوين الدرنات فيها سطحيًا . ويزيد الرى الغزير من حدة هذه المشكلة ؛ حيث يعمل الماء على سرعة انتقال الطمى الى أسفل فى التربة ، وترسيبه عند العمق الذى يصل إليه سلاح المحراث . بينما يؤدى غمر التربة إلى نقص الأكسجين اللازم لتنفس الجذور .

## رقم الحموضة ( الـ pH )

ينصح غالبا بزراعة البطاطس فى الأراضى التى يتراوح رقم حموضتها بين ٤,٨ و ٥,٤ .. ليس لأن ذلك هو أنسب مجال لنمو نبات البطاطس ، لكن لأنه لا يناسب الإصابة بمرض الجرب . أما أعلى محصول للبطاطس ، فيكون فى مجال pH يتراوح بين ٥,٢ و ٦,٤ . وتقل الإصابة بالجرب كثيرًا فى pH ٤,٨ ، وتزداد تدريجيًا حتى يصل الـ pH إلى ٧,٥ ، ثم تنخفض مرةً أخرى بارتفاع الـ pH عن ذلك. وتؤدى الإصابة بالجرب إلى

خفض نسبة الدرنات الصالحة للتسويق. ويؤدى انخفاض pH التربة عن ٤,٥ أو زيـــادته عن ٧,٢ إلى نقص الكثافة النوعية للدرنات .

## ملوحة التربة ومياه الرى

يمكن للبطاطس أن تنمو بصورةٍ جيدة عندما لا تزيد درجة التوصيل الكهربائى (EC ) لمستخلص التربة المشبع عن ٢,٠ مللى موز/سم ، وينخفض المحصول بنسبة ١٥٪ عند ارتفاع درجة التوصيل الكهربائى إلى ٣,٠ مللى موز/سم .

وتؤدى الزيادة الكبيرة فى امتصاص النبات لعنصر الصوديوم إلى احتراق حواف الأوراق. ولا تظهر هذه الأعراض عند توفر الكالسيوم بكثرةٍ فى التربة ؛ لأنه ينـــافس الصوديـــوم على الامتصاص . ولكن الرى بطريقة الرش بمياه تحتوى على أيون الصوديوم بتركـــيزٍ يتراوح بين ٥ و ١٠ مللى مكافئ/لتر يؤدى إلى ظهور أعراض احتراق حواف الأوراق .

وقبل أن تظهر أعراض احتراق حواف الأوراق فى وجود تركيزاتٍ عاليةٍ مـــن ملـــح كلوريد الصوديوم، فإن التركيزات المتوسطة من الملح تؤدى إلى ظهور الأعراض التالية :

١ – نقص عدد سيقان النبات ، وعدد الأفرع ، وعدد الأوراق ، والنمو الخضرى بوجهٍ عامٍّ .

٢ – ضعف النمو الجذرى .

٣ – نقص المحصول .

٤ – نقص نسبة النشا فى الدرنات ، مع زيادة نسبة الصوديوم والكلور .

٥ – كذلك وجد Nachmias وآخرون ( ١٩٩٣ ) أن زيادة ملوحة مياه الرى تؤدى إلى زيادة إصابة البطاطس بمرضىْ : الندوة المبكرة ، وذبول فيرتسيلليم .

وقد نما Levy وآخرون ( ١٩٨٨ ) نباتات البطاطس – مـــن ســـتة أصنـــاف – فـــى مستويات ملوحةٍ تراوحت بين ٢٠,٥ ، و ٥١,٣ مللى مول مـــن كلوريـــد الصوديـــوم، ووجدوا أن زيادة الملوحة صاحبها ما يلى :

١ – نقص الجهد المائى والجهد الأسموزى للأوراق والدرنات .

٢ – زيادة محتوى الدرنات من المواد الصلبة الذائبة ، والبرولين ، والمادة الجافة .

٣ – نقص محصول الدرنات .

وكان الصنف ألفا متوسط التحمل للملوحة مقارنةً بالأصناف الأخرى التـــي شملتـــها الدراسة .

كما يستدل من دراسات Levy ( ١٩٩٢ ) التي قارن فيها بين تأثيرات ثلاثة مستويات من الملوحة (منخفضة : ١,٠-١,٤ مللى موز، ومتوســطة : ٣,٨-٤,٣ مللـــى مـــوز، ومرتفعة : ٦,١-٦,٩ مللى موز ) ، أن الملوحة أخرت الإنبات ، وأســـرعت شيخوخـــة النموات الهوائية، وكان لها تأثير سلبى على معدل النمو الخضرى والدرنى ، وأدت إلـــى نقص المحصول ، وتزايد النقص فى المحصول مع زيادة تركيز الأمـــلاح . وقـــد توقـــف مقدار النقص فى المحصول فى تركيزى الملوحة المتوسط والمرتفع على بدايـــة معاملـــة الرى بالماء الملحى ، كما يلى :

| موعد بداية المعاملة | النسبة المئوية للنقص فى المحصول – مقارنة بالكنترول – فى تركيز الأملاح | |
|---|---|---|
| | المتوسط | المرتفع |
| عند الزراعة | ٢١ - ٥٤ | ٤٢ - ٥٩ |
| بعد الزراعة بقليل | صفر - ١٧ | ٢١ - ٧٩ |
| بعد ٦٦ يومًا من الزراعة | ٦ - ١٥ | ٢٢ - ٣١ |

ويكون تأثر محصول البطاطس بملوحة مياه الرى أشدّ عن إجراء الرى بطريقة الرش منه عند إجراء الرى بطريقة التنقيط ( شكل ٤-١ ) .




شكل ( ٤-١ ) : التأثير النسبى لملوحة مياه الرى على محصول البطاطس عند إجراء الرى بـــأى من طريقتى الرش أو التنقيط (عن Van der Zaag ١٩٩١ ).

وقد درس Nadler & Heuer ( ١٩٩٥ ) تأثير مستويات مختلفة من ملوحة مياه الرى (١,٥ ، و ٣,٠ ، و ٦ مللى موز/سم فى تربة ملوحتها – ابتداء – ٢,٠ مللى موز/سم )، والرطوبة الأرضية ( ٣ مستويات : رِى بوفرة ، ورى بنحو ٦٠٪ من المعاملة السابقة خلال كل فترة النمو ، ومنع الرى لمدة أسبوعين ) .. درسا تأثير تلك المعاملات على محصول ونوعية درنات البطاطس . وقد وجدا أن المحصول الكلى لم يتأثر بأىّ من المعاملات ، بينما انخفضت نسبة الدرنات غير الصالحة للتسويق جوهريًا بمعاملة الملوحة العالية ( ٦ مللى موز/سم ) ، وبنقص الرطوبة الأرضية . كذلك ازدادت نسبة المادة الجافة فى الدرنات مع زيادة ملوحة مياه الرى، وكذلك مع نقص الرطوبة الأرضية، بينما ازداد محتوى الدرنات من البرولين بزيادة الملوحة فقط ، وازداد محتواها من السكريات المختزلة بنقص الرطوبة الأرضية فقط . ولم تكن لأىّ من المعاملات تأثير على لون البطاطس المحمرة .

وتجدر الإشارة إلى أن زيادة ملح كلوريد الصوديوم فى مياه الرى تؤثر سلبيًا على امتصاص النبات لبعض العناصر الضرورية ؛ ذلك لأن زيادة تركيز الصوديوم تثبط امتصاص البوتاسيوم – وأحيانًا كذلك – الكالسيوم والمغنسيوم، وزيادة تركيز أيون الكلور تثبط امتصاص النترات بواسطة النبات .

وعند زيادة تركيز أيون الصوديوم فى المحلول الأرضى، فإنه يشجع تكوين كربونات الصوديوم التى تُحدث زيادةً كبيرةً فى pH التربة ؛ يترتب عليها تثبيت بعض العناصر فى صورةٍ غير صالحةٍ لامتصاص النبات؛ مثل عناصر : الفوسفور، والحديد، والزنك، والمنجنيز. هذا إلا أن وجود كربونات الكالسيوم فى التربة يمنع تكوين كربونات الصوديوم بها ( Van der Zaag ١٩٩١ ) .

وكثيرًا ما تحتوى الأراضى الملحية ومياه الرى الملحية – إلى جانب كلوريد الصوديوم – على تركيزاتٍ عاليةٍ من البورون . وعلى الرغم من أن البورون يُعدّ من العناصر الضرورية للنبات، إلا أن وجوده بتركيزاتٍ عاليةٍ يكون له تأثيرات سامة. وتظهر أعراض التسمم من البورون فى البداية على الأوراق القديمة فى صورة أصفرارٍ، وبقعٍ، وجفافٍ فى أطراف وحواف الوريقات . ومع ازدياد وتراكم البورون فى أنسجة الورقة يمتد الاصفرار والجفاف تدريجيًا بين العروق حتى يصل إلى وسط الورقة. ويحدث الضرر لمحصول البطاطس عند زيادة تركيز البورون فى المحلول الأرضى أو فى مياه الرى عن ١-٢ مللى مكافئ / لتر .

## العوامل الجوية

تعتبر البطاطس من النباتات التى يناسبها الجو المعتدل ؛ فهى لا تتحمل الصقيع ، ولا تنمو جيدا فى الجو الشديد البرودة أو الشديد الحرارة .

تتراوح درجة الحرارة المثلى لإنبات الدرنات بين ١٨ و ٢٢°م، إلا أن المجال المناسب يتراوح بين ١٥°م و ٢٥°م . يكون الإنبات بطيئاً فى درجات الحرارة الأقل من ذلك ، بينما تتعرض التقاوى للإصابة بالعفن فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك. ويبين جدول (٤-١) الفترة التى يستغرقها إنبات الدرنات وظهور النبت فوق سطح التربة عند اختلاف درجة حرارة التربة بين ٤,٤ و ١٨,٣°م ؛ وهى الحرارة التى تسود غالبًا فى موعد زراعة العروة الصيفية للبطاطس فى مصر .

جدول ( ٤-١ ) : عدد الأيام التى تلزم مرورها لظهور النبت الجديد فوق سطح التربة عند اختلاف حرارة التربة بين ٤,٤ و ١٨,٣°م ، واختلاف عمق الزراعة ( عن Univ. Calif ١٩٨٦ ) .

| حرارة التربة عند الزراعة ( °م ) | عدد الأيام حتى ظهور النبت الجديد عندما تكون الزراعة على عمق ( سم ) | |
|---|---|---|
| | ١٠ | ١٥ |
| ٤,٤ | ٤٠ أو أكثر | ٤٠ أو أكثر |
| ٧,٢ | ٣٠ | ٤٠ |
| ١٠,٠ | ٢٥ | ٢٨ |
| ١٢,٨ | ٢٢ | ٢٦ |
| ١٥,٦ | ٢٠ | ٢٤ |
| ١٨,٣ | ١٨ | ٢٢ |

تناسب نبات البطاطس حرارة تميل إلى الارتفاع ونهار طويل نسبيًا فى بداية حياته ، وحرارة تميل إلى الانخفاض ، ونهار قصير نسبيًا فى النصف الثانى من حياته . وتعمل الظروف الأولى على تشجيع تكوين نموٍ خضرىٍ قوىٍ فى بداية حياة النبات قبل أن يبدأ فى وضع الدرنات، ثم تعمل الفترة الضوئية القصيرة على تحفيز وضع الدرنات ، ويساعد انخفاض الحرارة قليلاً على زيادتها فى الحجم ، وزيادة المحصول تبعاً لذلك .

وبالمقارنة .. فإن الحرارة المرتفعة فى النصف الثانى من حياة النبات تثبط تكوين الدرنات ، ليس فقط فى البطاطس ، ولكن كذلك فى عديدٍ من الأنواع الأخرى التى تكون

درنـــات من الجنس *Solanum* . ويمكن القول - بصورة عامة - أن الحرارة التى تناسب النمو الخضرى تزيد على ٢٠ ْم، بينما تلك التى تناسب النمو الدرنى تقل عن ٢٠ ْم ( Cao وآخرون ١٩٩٤) .

ترجع أهمية الحرارة المنخفضة قليلاً فى النصف الثانى من حياة النبات إلى أنها تؤدى إلى خفض معدل التنفس فى جميع أجزاء النبات ؛ فيزيد بالتالى فائض المـــواد الغذائيـــة الذى يخزن فى الدرنات . ولدرجة الحرارة ليلاً أهمية أكبر من درجة الحرارة نهارًا فـــى هذا الشأن ؛ لأن حرارة الليل المنخفضة لا تؤثر على معدل التنفس، بينما تؤثـــر حـــرارة النهار المنخفضة - إلى جانب ذلك - على معدل البناء الضوئى الـــذى ينخفـــض أيضًـــا بانخفاض درجة الحرارة. وعلى الرغم من ذلك .. فإن انخفاض درجة الحرارة نهارًا يعـــد أفضل من ارتفاعها؛ لأن ارتفاعها كثيرًا يجعل معدل الهدم بالتنفس أكبر من معدل البنـــاء بالتمثيل ؛ فتكون المحصلة سلبية .

ويؤدى الارتفاع الكبير فى درجة حرارة التربة إلى تحليق ساق النبـــات عنـــد مكـــان تلامسه مع التربة . وتبدأ الأعراض بظهور لون رصاصى ضارب إلى البياض فى منطقة الإصابة ، ثم يتحول تدريجيًا إلى اللون البنى الفاتح . وقـــد تـــؤدى الإصابـــة الثانويـــة بالكائنات الدقيقة إلى تلون النسيج المصاب باللون البنى الداكن، وقد يتعفن نتيجة لذلـــك. تشتد الإصابة فى المراحل الأولى من حياة النبات عندما تكون النموات الخضرية صغيرة ، ولا تكفى لتظليل التربة عند قاعدة النبات .

وعلى الرغم من أن نباتات البطاطس تجود فى الجو المائل إلـــى الـــبرودة ، إلا أنـــها تتضرر من البرودة الشديدة ؛ فيؤدى تعرض النباتات لدرجة حرارة تزيـــد عـــن درجـــة التجميد وتقل عن ٤ ْم لعدة أيام قبل الحصاد إلى إصابة الدرنات بأضرار البرودة ، والتـــى من أهمها ما يلى :

١ - يزيد محتوى الدرنات من السكريات المختزلة ، والتى تعد السبب الرئيسى لتلون الشبس والبطاطس المحمرة باللون الداكن عند القلى .

٢ - يحدث تحلل شبكى داخلى Internal Net Necrosis نتيجة لتحلل خلايا اللحاء فقـــط دون باقى أنسجة الدرنة ؛ نظرًا لكونها أكثر حساسيةً للحرارة المنخفضـــة مـــن غيرها . وقد يكون نسيج اللحاء المتأثـــر متناثـــرًا فى جميع أنحـــاء الدرنـــة ، أو متركزًا فى الجانب المعرض للحرارة المنخفضـــة ، أو فـــى منطقـــة الحـــزم

الوعائية . وتتشابه هذه الأعراض كثيرًا مع أعراض التحلل الشبكى الذى يحدثها فيرس التفاف الأوراق .

٣ – تصاب الدرنات بالتلون الماهوجنى الداخلى Internal Mahogany Browning؛ وهو عيب فسيولوجى ، من أهم أعراضه ظهور مناطق داخلية بلون أحمر ضارب إلى البنى أو الأسود ، خاصة فى مركز الدرنة. وتتشابه هذه الأعراض – إلى حد كبير – مع أعراض الإصابة بحالة القلب الأسود . ومع تقدم الإصابة يجف النسيج المتأثر وتظهر فجوات مكانه .

أما التعرض لدرجة حرارة التجمد ، فإنه يعنى فقد المحصول ؛ فيؤدى تجمد النموات الخضرية ثم تفككها إلى ذبول الأوراق وانهيارها، ثم تبدو مائية المظهر Water-Soaked ، وتتلون باللون الأسود؛ فتظهر كأنها محترقة. تتابع هذه الأعراض بسرعة كبيرة عند ارتفاع درجة الحرارة فى الصباح ، وبمجرد تفكك الأنسجة التى تجمدت ليلاً . ولا تلبث الأوراق أن تجف بعد ذلك ، وتتحول إلى اللون البنى. وتشتد حالات الإصابة بالتجمد فى المناطق المنخفضة التى يتجمع فيها الهواء البارد ، وفى المرتفعات التى تكون باردةً بطبيعتها .

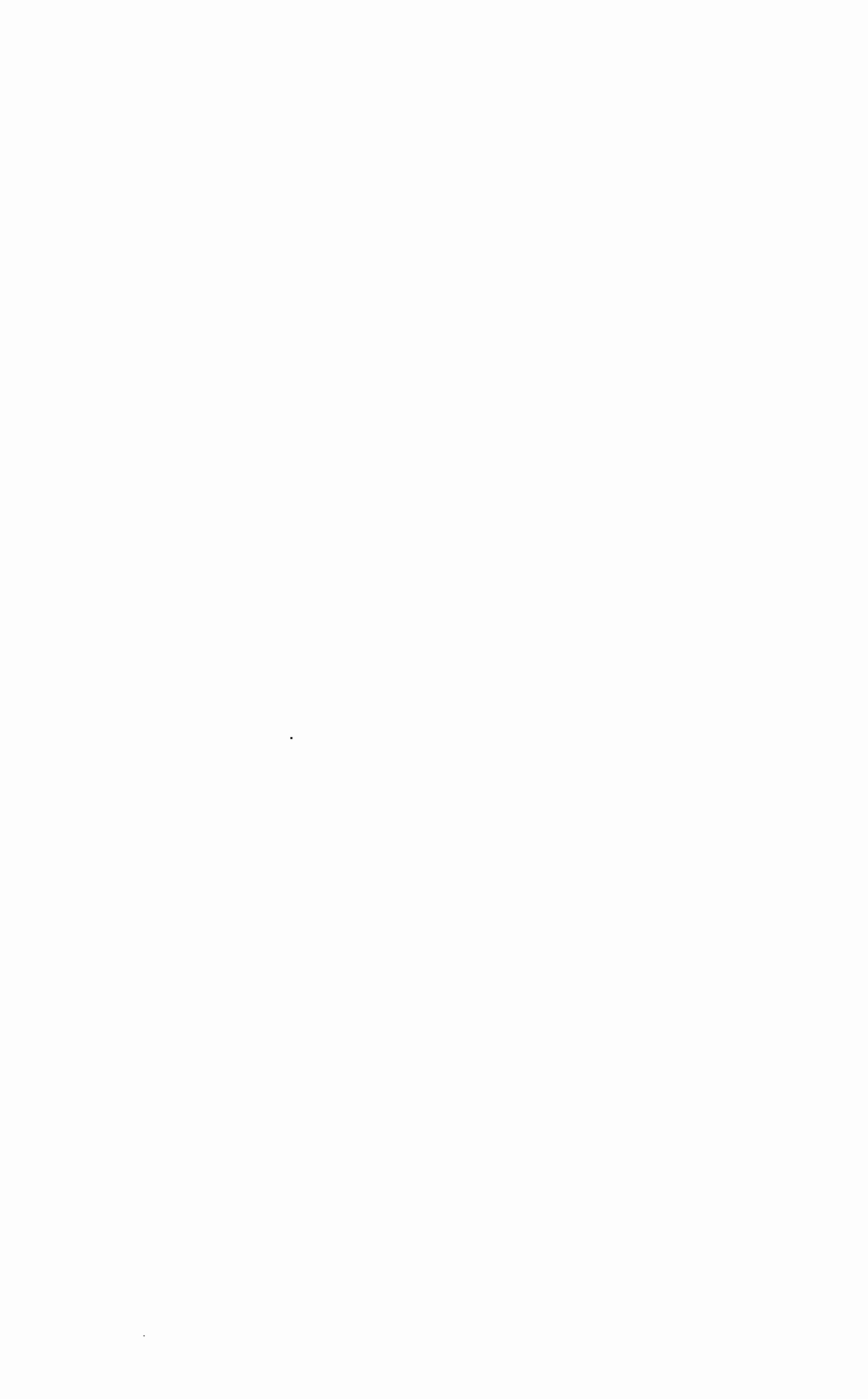
وإذا حدث وتجمدت الدرنات فى التربة – وهو أمر نادر فى المناطق المعتدلة – فإن الأنسجة المتجمدة تبدو مائية المظهر ؛ وذات حدود واضحة تميزها عن الأنسجة غير المتجمدة . وعند تفكك النسيج المتأثر ، فإنه يتحول سريعا إلى اللون الوردى أو الأحمر ، فالبنى أو الرمادى ، ثم الأسود ، ويصبح متعفنًا وطريًّا (Rastovski & Van Es ١٩٨١) .

ويحدث التجمد لنباتات البطاطس إذا انخفضت درجة الحرارة عن –٣°م ، وهى تتشابه فى هذا الأمر مع عدد كبير من الأنواع الأخرى التابعة للجنس *Solanum* ، بينما يمكن لبعض الأنواع البرية الأخرى أن تتحمل درجات حرارة أكثر انخفاضا ، تصل إلى –٤,٥°م فى النوع *S. commersonii* ، وإلى –٥°م فى النوع *S. chomatophilum* ، و –٦°م فى النوع *S. acule* ، ويمكن بالأقلمة التدريجية على الحرارة المنخفضة ( ٢°م ) أن يتحمل النوع الأخير حرارة تصل إلى –٩°م ، بينما لا تتأثر البطاطس كثيرًا بعملية الأقلمة على الحرارة المنخفضة (Li & Fennell ١٩٨٥).

ويمكن أن تضار البطاطس بشدةٍ من سقوط البردْ ، وخاصة إذا حدث ذلك فى مرحلة تفتح الأزهار أو قبل ذلك بقليل ؛ وهى المرحلة التى تبدأ عندها زيادة حجم الدرنات المتكونة . ويحدث الضرر نتيجة لنقص المساحة الورقية ؛ بسبب ما يُحدثه البردْ من

أضرار بالأوراق . وقد قدّر Burger (١٩٩٣) أن تلف أوراق النبات في مرحلة تفتح الأزهار – بسبب البَرَدْ – بنسبة ١٠٠٪ يؤدى إلى نقص المحصول بنسبة ٦٠٪ ، بينما يؤدى تَلَفُ ٥٠٪ من الأوراق إلى نقص المحصول بنسبة ٢٠٪–٣٠٪ . ومن الأضرار الأخرى للبَرد تأخر الحصاد ، وصغر حجم الدرنات المتكونة ، وزيادة محتواها من السكريات المختزلة . وتتميز الأصناف المتأخرة بقدرةٍ على تجديد النموات الخضرية – بعد التعرض لأضرار البردْ – أكبر من قدرة الأصناف المبكرة .

ولا تتحمل درنات البطاطس التعرض لأشعة الشمس القوية بعد الحصاد مباشرةً ؛ فذلك يهيئها للإصابة بالعفن أثناء النقل والتخزين ، دون أن تظهر عليها أية أعراضٍ خارجيةٍ سابقةٍ لذلك ، باستثناء خروج بعض الإفرازات المائية من العديسات . وتؤدى زيادة فترة التعرض للأشعة القوية – خاصة عند ارتفاع درجة الحرارة – إلى إصابة الدرنات بلسعة الشمس . وتبدو المناطق المتأثرة غائرة قليلاً ، وتأخذ مظهرًا حلقيًا .



## الفصل الخامس

# التقاوى وطرق الزراعة

## مقدمة

على الرغم من تعدد المحاولات لإكثار البطاطس بوسائل أخرى غير الدرنات، إلا أن التكاثر بالدرنات - الكاملة أو المجزأة - ما زالت هى الطريقة السائدة لتكاثر وزراعة البطاطس ، وتعرف الدرنات التى تستخدم فى الزراعة باسم التقاوى .

وقد بدأت فى السبعينيات محاولات لإكثار البطاطس عن طريق البذور الحقيقية ؛ وهى طريقة تناسب الدول التى لا تصلح ظروفها البيئية لإنتاج التقاوى (الدرنات) الخالية من الإصابات الفيروسية، ولكن لم يشع اتباعها على نطاقٍ تجارىٍ بعد .

كما جرت محاولات لإكثار البطاطس تجاريًا بواسطة الدرنات الصغيرة minitubers، والشتلات المنتجة من العقل الساقية nodal cuttings ، وذلك بالاستعانة بتقنيات زراعة الأنسجة .

ونتناول بالدراسة فى هذا الفصل الطرق المختلفة لتكاثر وزراعة البطاطس، مع التركيز على الزراعة بطريقة الدرنات العادية ، وهى الطريقة السائدة للزراعة فى مختلف الدول العربية .

## التكاثر بالدرنات وتداول التقاوى

### مصادر تقاوى البطاطس المستخدمة فى مصر

تستورد مصر تقاوى البطاطس من بعض الدول الأوربية ؛ مثل : هولندا ، وألمانيا، والدانمرك ، وإنجلترا ، وأيرلندا لغرض زراعتها فى العروة الشتوية للتصدير، وفى العروة الصيفية للاستهلاك المحلى والتصدير، أما التقاوى المستخدمة فى زراعة العروة الخريفية، فإنها تؤخذ من المحصول المنتج محليًا فى العروة الصيفية. ولا تستورد مصر

تقاوى البطاطس من الولايات المتحدة أو كندا ؛ وذلك لوجود مرض العفن الحلقى ring rot فيهما ، بينما لا يوجد هذا المرض فى مصر أو أوروبا. ويعنى استيراد التقاوى من أمريكا احتمال دخول المرض إلى مصر من جهةٍ ، وتوقف أوروبا عن استيراد البطاطس المصرية من جهةٍ أخرى .

وتنتج التقاوى المستوردة من أوروبا خلال فصل الصيف ، وتقلع فى شهرى أغسطس وسبتمبر . وتقوم لجان خاصة بالتعاقد على الكميات التى تحتاج إليها مصر من التقاوى ؛ بحيث تصل إلى الموانئ فى شهر نوفمبر لزراعة العروة الشتوية . وخلال شهرى ديسمبر ويناير لزراعة العروة الصيفية . ومن الأهمية بمكانٍ وصول التقاوى فى مواعيدها ؛ نظرًا لأن تأخيرها يتسبب فيما يلى :

١ – إنبات البراعم وتكوينها لنموات طويلة رفيعةٍ بيضاء اللون .

٢ – تأخير زراعة العروة الشتوية؛ فيتأخر نضجها ، وتضيع فترة من موسم التصدير.

٣ – تأخير زراعة العروة الصيفية ونقص محصولها تبعًا لذلك .

أما تقاوى العروة الخريفية التى تنتج محليًا من العروة الصيفية ، فإنها تحصد خلال شهرى مايو ويونيو، ثم تفرز لاستبعاد الدرنات المصابة بالأمراض، والمقطوعة، والكبيرة الحجم. وتؤخذ الدرنات الصغيرة الحجم السليمة لكى تجرى لها عملية العلاج أو المعالجة curing ، ثم تخزن فى نوالات ، أو تعبأ فى أجولة فى ثلاجات لحين زراعتها خلال شهرى أغسطس وسبتمبر .

ومنذ عدة سنوات يتم الاعتماد على التقاوى المنتجة محليًا من العروة الصيفية فى زراعة العروة الشتوية (عروة التصدير لأوروبا) -كذلك- بالإضافة إلى العروة الصيفية؛ وبذا ... أمكن التوسع فى زراعة هذه العروة دونما انتظارٍ لوصول التقاوى اللازمة لها من أوروبا ؛ الأمر الذى أحدث قفزةً كبيرةً فى صادرات مصر من البطاطس إلى السوق الأوروبية .

وقد جرت العادة على اعتبار التقاوى المنتجة محليًا أقل جودةً من التقاوى المستوردة؛ لأن الجو السائد فى مصر وقت إنتاج التقاوى يساعد على انتشار الأمراض الفيروسية ، كما أن برنامج إنتاج التقاوى فى مصر لا يخضع للقواعد التى يخضع لها برنامج إنتاج التقاوى فى الخارج ، إلا أن شعبة بحوث الخضر قد قامت منذ السبعينيات بمحاولات جادة،

ليس فقط للارتفاع بمستوى تقاوى العروتين الشتوية والصيفية، وإنما أيضاً لإنتاج جزء كبيرٍ من احتياجات الدولة من تقاوى العروة الصيفية التالية .

وعلى الرغم من أن البطاطس المستوردة من أوروبا هى من الرتب المسجلة والمعتمدة ، إلا أنها لا تخلو من الإصابات المرضية . ويستدل على ذلك من دراسات Tsror وآخرين (١٩٩٣) التى دامت ٨ سنوات (من ١٩٨٥ إلى ١٩٩٢) قاموا خلالها بفحص رسائل تقاوى البطاطس المستوردة من أوروبا إلى إسرائيل، والتى تبين منها أن معظم الرسائل كانت حاملةً لإصاباتٍ بكتيريةٍ وفطريةٍ كامنةٍ أو نشطةٍ ، كما يلى :

١ – احتوت ٣٠٪ من الرسائل – فى معظم سنوات الدراسة – على إصابةٍ كامنة بالبكتيريا *Erwinia carotovra* subsp. *atroseptica* قدرت بنحو ١٠^٣ خلية بكتيرية/جرام واحد من قشر ( ناتج تقشير ) البطاطس .

٢ – وجد الفطر *Rhizoctonia solani* مسبب مرض القشف الأسود black scurf فى نحو ٢٠٪–٧٠٪ من الرسائل بمستويات إصابةٍ قدرت بين المتوسطة والشديدة .

٣ – وجدت الفطريات : *Spongospora subterranea* (مسبب مرض الجرب المسحوقى) ، و *Streptomyces scabies* ( مسبب مرض الجرب العادى )، و *Fusarium* spp. (مسبب مرض العفن الجاف الفيوزارى) فى عديدٍ من رسائل البطاطس المستوردة، ولكن مستويات الإصابة كانت منخفضةً بصورة عامةٍ .

٤ – نادراً ما أمكن عزل الفطر *Phoma exigua* مسبب مرض الغرغرينة gangrene .

## الحجم المناسب لقطعة التقاوى

يزداد عدد الدرنات التى يكونها نبات البطاطس بزيادة وزن قطعة التقاوى المستخدمة فى الزراعة من ٣٠ إلى ٢٢٥ جرام ( شكل ٥–١ ) ، ويزداد المحصول تبعًا لذلك ، لكن زيادة حجم قطعة التقاوى تتبعها زيادة كمية التقاوى المستخدمة لوحدة المساحة ، وزيادة تكاليف الإنتاج ، وعند تساوى كمية التقاوى المزروعة فى وحدة المساحة نجد أن الدرنات الصغير الحجم تكون أكثر عدداً ، وتعطى بالتالى محصولاً أكبر، إلا أن الدرنات الصغيرة ليست مأمونة الإستعمال ، لاحتمال جفافها ، أو إنتاجها لنباتٍ ضعيف .

وأصغر حجم يمكن استعماله لقطعة التقاوى هو الذى يكفى لإمداد النبات بحاجته من الغذاء حتى يكمل تكوين مجموعه الجذرى، وهو أمر يستغرق نحو ٦ أسابيع من الزراعة،

ويكون النبات قد وصل حينئذٍ إلى ارتفاع حوالى ٢٥ سم ؛ ففى إحدى الدراسات أزيلت قطعة التقاوى بعد الزراعة بفترات مختلفة ، وكانت النتائج كالتالى (عن Hardenburg ١٩٤٩) :

| عدد الأيام من الزراعة حتى إزالة قطعة التقاوى | المحصول كنسبة مئوية من معاملة المقارنة |
| --- | --- |
| ٢٢ | ٣٣ |
| ٢٩ | ٨٠ |
| ٤٢ | ١٠٠ |

شكل ( ٥- ١) : العلاقة بين وزن درنة التقاوى، وعدد الدرنات التى يكونها النبات

وإذا اضطر المنتج إلى استعمال درناتٍ صغيرة الحجم فى الزراعة ، فإنه يتعين عليه تضييق مسافة الزراعة ؛ ليمكن تعويض الضعف فى النمو النباتى الناشئ عن استعمال درنات صغيرة الحجم فى الزراعة . وبهذه الوسيلة ، يمكن الاستفادة من الدرنات الصغيرة التى يتراوح وزنها بين ٢٥ و ٣٥ جم.

وعمليًا ، فقطعة التقاوى المناسبة للزراعة يتراوح وزنها بين ٤٥جم و ٦٠جم ، ويتراوح قطرها بين ٤سم و٥سم . ويحكم ذلك العوامل الاقتصادية والبيئية، ومسافات الزراعة . وتستخدم الأحجام الكبيرة عند الزراعة على مسافاتٍ واسعةٍ . وتعطى الدرنات

الأصغر من ذلك نباتات ضعيفة ، بينما لا يكون استعمال الدرنات الأكبر من ذلك اقتصاديًا إلا عند الزراعة فى الجو الحار؛ حيث تتعفن التقاوى المجزأة؛ ويضطر المزارعون لاستخدام الدرنات الكبيرة نسبيًا فى الزراعة ؛ لأنها أقل تعرضًا للعفن .

وفى دراسة أجريت على الوزن المناسب لقطعة التقاوى من الصنف رسَت بيربانك Russet Burbank (Iritani وآخرون ١٩٧٢) استعملت فى الزراعة تقاوٍ مجزأة، وزنها ١٥جم ، أو ٣٠جم ، أو ٤٥جم أو ٦٠جم، أو درنات كاملة وزنها ٦٠جم ، أو تقاوٍ تتكون من خليط من قطع مجزأة، وزنها ١٥جم بنسبة ١٤٪ ، مع قطع مجزأة وزنها ٣٠جم بنسبة ٦٢٪ ، وقطعٍ مجزأة وزنها ٤٥ جم بنسبة ٢٤٪ . وقد وجد الباحثون أن زيادة وزن قطعة التقاوى صاحبها ما يلى :

١ – زيادة عدد السيقان التى ينتجها النبات .

٢ – نقص نسبة الجور الغائبة .

٣ – زيادة قوة نمو النبت وحجم النبات .

٤ – زيادة المحصول الكلى . وكان الارتباط موجبًا ومعنويًا بين المحصول وحجم قطعة التقاوى، وبلغت قيمته ٠,٩٨٢ .

ومن الدراسات الأخرى التى أجريت فى هذا الشأن ، حصل Khurana وآخرون (١٩٩١) على أعلى محصولٍ من البطاطس عند زراعة درنات كان متوسط وزنها ٢٥جم (مقارنةً بوزن ٥٠ و ١٠٠جم) بمعدل ١,٥٦ طن للفدان ( مقارنة بمعدل ٠,٦٢٥ طن ) ، كما حصل Krishnappa (١٩٩١) على أعلى محصول عند زراعة درنات تراوح قطرها بين ٤٦ و ٥٥ مم على مسافة ٢٠ سم من بعضها البعض فى خطوط بعرض ٦٠سم .

## كسر سكون الدرنات

تمر درنات البطاطس بعد وضعها بفترة سكونٍ dormancy لا تكون قادرةً خلالها على الإنبات، حتى لو توفرت لها الظروف البيئية المناسبة لذلك . ويطلق الكثيرون على هذه الفترة اسم السكون ، لكن الأصح هو أن تسمى بفترة الراحة rest period ؛ لأن حالة السكون توصف بها – عادةً – البذور أو البراعم غير القادرة على الإنبات؛ بسبب عدم توفر الظروف البيئية المناسبة لذلك . وأيًا كانت التسمية ، فإن تقاوى البطاطس لا تنبت

إلا بعد مرور هذه الفترة . وإذا أحتاج الأمر لزراعتها قبل استعادة مقدرتها على الإنبات ، فإنه يلزم إنهاء حالة السكون ؛ وذلك بتعريضها لمعاملاتٍ خاصة . وتجرى هذه المعاملات فى الحالات التالية :

١ – عند زراعة محصولين من البطاطس فى نفس الموسم ؛ حيث تكون درنات الزراعة الأولى ساكنةً عندما يحين موعد الزراعة الثانية .

٢ – عند استيراد التقاوى من دولة لزراعتها فى دولةٍ أخرى قبل انتهاء فترة السكون.

٣ – عند الرغبة فى زراعة عيناتٍ من التقاوى على وجه السرعة ؛ لاختبارها فى برامج إنتاج التقاوى المعتمدة .

ويتم كسر وإنهاء سكون الدرنات بإحدى المعاملات التالية :

١ – تخزين التقاوى فى درجة حرارة ٢٠ – ٣٠°م مع رطوبةٍ نسبيةٍ مرتفعةٍ لمدة ٣–٤ أسابيع . وتلك طريقة عملية ومؤثرة ، إلا أنها لا تفيد عند الرغبة فى زراعة التقاوى قبل إنقضاء هذه المدة .

٢ – معاملة الدرنات بغاز ثانى كبريتيد الكربون carbon disulphide .

٣ – معاملة التقاوى بالإيثيلين كلوروهيدرن ethylene chlorohydrin ؛ وتلك هى أكثر الطرق استعمالاً على النطاق التجارى. ويتوقف التركيز المستعمل على ما إن كانت التقاوى كاملةً أو مجزأةً ؛ فتعامل التقاوى الكاملة بمعدل ٠,٥ كجم من المادة لكل طنّ من الدرنات فى مخازن محكمة الإغلاق لمدة ٣ أيام. أما التقاوى المجزأة، فتغمر فى محلولٍ من المادة بتركيز ١,٢٪ ثم تنشل، وتصفى، وتترك فى مخازن محكمة الإغلاق لمدة ١٦–٢٤ ساعة. وتبلغ نسبة المادة الفعالة فى التحضيرات الجارية ٤٠٪ ولم تعد هذه الطريقة مستعمله، على الرغم من شدة فاعليتها ؛ نظرا لخطورتها على صحة الإنسان، وتُجرى بدلاً من تلك المعاملة بالإيثيلين كلوروهيدرين بمعدل لترين من المادة لكل طنّ من التقاوى الكاملة ، مع خلط المادة بقطعٍ من القماش أو الشاش؛ لزيادة السطح الذى تتبخر منه المادة ، ويكون ذلك لمدة ٤ أيامٍ على حرارة ٢٠°م – ٢٤°م ، وفى مخازن محكمة الإغلاق. وتتم بعد ذلك تهوية المخزن لمدة يومٍ أو يومين ، ثم تزرع الدرنات مباشرةً ، أو تجزأ حسب الحاجة .

ويستخدم أيضًا مخلوط يطلق عليه تجاريًا اسم ريندايت rindite ؛ وهو يتكون من الإيثيلين كلوروهيدرين، وثنائى كلوريد الإيثانول 1,2–dichoroethanol ، ورابع كلوريد الكربون carbon tetrachloride بنسبة ٧:٣:١ على التوالى بالحجم . تعرض الدرنات لأبخرة المخلوط لمدة ٤٨ ساعة على حرارة ٢٤ °م.

٤ – غمر التقاوى الكاملة أو المجزأة لمدة خمس دقائق فى حلول حامض الجبريلليك بتركيز ١–٢ جزء فى المليون. كما استعمل بعض الباحثين (مثل Al-Fayyad & Kasrawi ١٩٩١) – بنجاح – تركيز – خمسة أجزاء فى المليون. تؤدى هذه المعاملة – كذلك – إلى زيادة طول النموات الجديدة النابتة (Kocacaliskan ١٩٩٠).

كذلك وجد El-Asdoudi & Ouf ( ١١٩٤ ) – فى مصر – أن غمر درنات التقاوى من صنفى البطاطس دايمنت ، وديزرية فى محلول حامض الجبريلليك بتركيز جزء واحدٍ فى المليون ، أو ٥ ، أو ١٠ أجزاء فى المليون لمدة ١٠ دقائق .. أدى إلى سرعة إنبات الدرنات ، مقارنة بعدم المعاملة بالجبريللين .

٥ – غمر الدرنات لمدة ساعة فى محلول ثيوسيانات الصوديوم ، أو البوتاسيوم ، أو الأمونيوم بتركيز ١٪ . تزرع الدرنات بعد المعاملة مباشرةً دون أن تتصل. ولا تفيد هذه المعاملة إلا مع الدرنات التى قاربت على الانتهاء من حالة السكون. ويمكن عند الضرورة كسر سكون الدرنات غير التامة النضج بمعاملتها أولاً بالإيثيلين كلوروهيدرين ، إما بطريقة الغمر ، وإما بطريقة التعريض للأبخرة ، ثم تنقع بعد ذلك وهى مجزأة فى محلول ثيوسيانات الصوديوم لمدة ساعة قبل الزراعة .

٦ – غمر الدرنات الحديثة الحصاد فى محلول مائى من الثيوريا Thiourea بتركيز ٢٪ لمدة ساعة ، ثم تغسل بالماء قبل زراعتها . يخفض التركيز المستعمل إلى ١٪ إن كانت فترة السكون قد قاربت على الانتهاء ؛ أى إن كانت الدرنات قد مرت عليها عدة أسابيع منذ الحصاد. ومن مزايا المعاملة بالثيوريا أنها تؤدى أيضًا إلى كسر حالة السيادة القمية apical dominance (Avery وآخرون ١٩٤٧، Burton ١٩٧٨ ) .

٧ – غمر التقاوى لمدة ٤–٥ ساعات فى محلول كاربيد الكالسيوم بتركيز ٠,٤٥–٠,٦٠٪. يُحدث المركب تأثيره من خلال إنتاجه لغاز الأسيتيلين (Yamaguchi ١٩٨٣) .

٨ – تعفير الدرنات بمركبات النيتروجواندين nitroguanidine ؛ مثل 1-(m)-methoxybenzyl-3-nitroguandine ( الذى يأخذ الرمز الكودى AC243,654 )؛ بتركيز ١٪–٢٪ من المادة الفعالة. تؤدى المعاملة إلى زيادة عدد البراعم النابتة، وزيادة المحصول ( Pavlista ١٩٩٤ ) .

٩ – المعاملة بمركب بروموإيثان Bromoethane ؛ الذى يعد أكثر كفاءةً فى سرعة التخلص من حالة السكون من كلٍ من : حامض الجبريلليك ، والكينتين (Kocacaliskan ١٩٩٠) .

## تنبيت البراعم أو التخضير

تجرى عملية تنبيت البراعم Sprouting أو التخضير للدرنات المعدة للزراعة ؛ سواء أكانت التقاوى مستوردة ، أم منتجة محليًا ، وسواء أكانت التقاوى المنتجة قد خُزِّنت فى ثلاجات، أم فى نوالات .

فيجب الإسراع فى تخضير التقاوى المستوردة فور وصولها إلى مناطق الزراعة ؛ لأن تركها يؤدى إلى تنبيت البراعم بصورةٍ غير مرغوبةٍ ؛ فتكون طويلةً جدًا ، ورفيعةً ، وبيضاء . وهذا الإنبات لا فائدة منه ، ويعد فاقدًا فى عدد السيقان التى يمكن الحصول عليها من قطعة التقاوى ؛ ولذا تجرى عملية التخضير بتفريغ الأجولة فور تسلُّمها على أرضية نظيفة جافة فى طبقتين أو ثلاث طبقات ، مع فرز الدرنات واستبعاد التالف منها، وتترك فى مكان مظلل يصل إليه ضوء الشمس غير المباشر؛ وذلك بعمل " تعريشة " خاصة لهذا الغرض. وتترك الدرنات على هذا الوضع حتى تبدأ البراعم فى الإنبات . ويستغرق ذلك – عادة – حوالى أسبوعين .

وقد يتم تنبيت البراعم بتركها فى صناديق خشبيةٍ تتكون جوانبها من "سدابات" بعرض ٥ سم ، وتبعد عن بعضها بمسافة ١ – ١,٥ سم ؛ لكى تسمح بالتهوية ووصول الضوء إلى البراعم النابتة .

أما التقاوى المنتجة محليًا ، فإن تداولها يتوقف على الطريقة التى اتبعت فى تخزينها. فإذا كان تخزينها فى الثلاجات، فإنه يلزم إخراجها منها قبل موعد زراعتها بأسبوعين – حسب موعد الزراعة – ليتسنى تنبيتها أولاً ، وتؤدى زراعة التقاوى بعد إخراجها من الثلاجات مباشرةً إلى فشل كثير من الدرنات فى الإنبات ، وعدم انتظام نمو النباتات فى

الحقل ، وتأخر النضج. ويجب تجنُّب البدء فى فرز الدرنات قبل أن تكتسب درجة حرارة الجو السائد .

ويراعى بالنسبة للتقاوى التى خزنت فى ثوالات عدم تركها فى أكوام ، وإنما تجرى لها عملية التنبيت الأخضر ، وهى مفروشة على سطح جاف يدخله ضوء الشمس غير المباشر ؛ وذلك قبل موعد زراعتها بنحو أسبوعين . وتتميز هذه التقاوى بأنها تعطى عددًا من البراعم القصيرة القوية على الدرنة الواحدة بعد تنبيتها ؛ مما يؤدى إلى تحسين نسبة الإنبات وسرعته ، وزيادة عدد السيقان. ويجب دائمًا فرز الدرنات قبل الزراعة واستبعاد غير النابتة منها .

ومن الأمور التى تجب ملاحظتها عن إجراء عملية تنبيت البراعم – بصورةٍ عامةٍ – ما يلى :

١ – أنسب درجة حرارة لنمو النبت هى ٣٠°م ، إلا أن تخزين الدرنات فى حرارة ٢٠°م لبضعة أسابيع ، ثم خفض درجة حرارة التخزين إلى ١٠°م يعمل على تكوين نبتٍ قوىٍ وسميكٍ تنمو عليه جذور عرضية بأعداد كبيرةٍ عند الزراعة .

٢ – يؤدى تعريض الدرنات لضوء الشمس غير المباشر إلى جعل النبت المتكون قصيرا ، وسميكًا ، وقويًّا ، وهذا هو النوع المرغوب فيه . أما النبت الذى يتكون فى الظلام ، فإنه يكون طويلاً ، ورفيعًا ، وأبيض اللون، وينكسر بسهولة عند الزراعة .

٣ – يجب ألاّ يزيد طول النبت على ١٢مم ، خشية أن ينقطع بسهولةٍ عند الزراعة ، خاصةً فى حالة الزراعة الآلية .

٤ – إذا أجريت عملية التخضير قبل ضعف حالة السيادة القمية أو قبل انتهائها ، فإنه لا يتكون سوى عدد قليل من النموات بكل قطعة تقاو ، وتعطى هذه التقاوى عند زراعتها عددًا قليلاً من السيقان ، وعددًا قليلاً من الدرنات فى كل جورة . وعلى الرغم من أن الدرنات المتكونة تكون كبيرة الحجم، إلا أن المحصول يكون أقل مما لو كانت السيادة القمية قد انتهت قبل الزراعة .

٥ – تؤدى إزالة النموات المتكونة قبل الزراعة إلى تكوُّن عدد أكبر من السيقان بعد الزراعة ، وتكوُّن عددٍ أكبر من الدرنات بكل جورةٍ ، إلا أن ذلك يكون مصحوبًا

بتأخير فى الإنبات ، مع صغر فى حجم الدرنات المتكونة ، وقد يقل المحصول نتيجة لذلك ( Smith ١٩٦٨، ومرسى ونور الدين ١٩٧٠ ) .

ومن أهم مزايا عملية تنبيت البراعم فى التقاوى ما يلى :

١ – التبكير فى الإنبات ، ويتبع ذلك التبكير فى الحصاد .

٢ – المساعدة على تكوين مجموعٍ جذرىٍ قوىٍ ، وزيادة نسبة الجذور إلى المجموع الخضرى .

٣ – العمل على التخلص من الدرنات غير القادرة على الإنبات ، وهى التى تعطى جورًا غائبةً فيما لو زرعت ، ويساعد التخلص منها على تجانس الإنبات ، وزيادة نسبته فى الحقل .

٤ – يؤدى كل ذلك إلى زيادة المحصول .

ولدى استعراض نتائج ١٤٦٥ دراسةٍ قورن فيها المحصول عند إجراء أو عدم إجراء عملية التخضير للتقاوى ، وجد أن متوسط محصول الأيكر ( فدان تقريبًا ) كان اثنى عشر طنًّا فى حالة التخضير ، مقابل عشرة أطنان فى حالة الزراعة مباشرة بدون تخضير (Burton ١٩٤٨) .

## كمية التقاوى

تتوقف كمية التقاوى اللازمة على عوامل كثيرة ؛ منها حجم قطعة التقاوى المستعملة، وعدد العيون بها ، وكثافة الزراعة . وتبلغ كمية التقاوى التى تستخدم فى مصر حوالى ٧٠٠–٩٠٠كجم للفدان فى العروة الصيفية ( يكفى الحد الأدنى عند استعمال التقاوى المستوردة، بينما يلزم الحد الأعلى عند استعمال التقاوى المنتجة محليًا)، ونحو ١,٥–٢ طن فى العروة الخريفية. ويرجع سبب زيادة كمية التقاوى المستعملة فى الحالة الأخيرة إلى استخدام الدرنات كاملةً دون تجزئتها؛ لأن الزراعة تكون أثناء ارتفاع درجة الحرارة فى أغسطس ، وسبتمبر ، وأكتوبر ، ويؤدى تقطيع التقاوى إلى تعفنها فى التربة .

أما العروة الشتوية (المحيرة)، فإن كمية التقاوى التى تلزم لها تتوقف على موعد الزراعة ودرجة الحرارة السائدة آنذاك؛ ففى الزراعات المبكرة (منتصف أكتوبر إلى منتصف نوفمبر) تستعمل غالبًا الدرنات الكاملة بمعدل ١,٥–٢ طن للفدان كما فى العروة

الخريفية ، بينما يمكن فى الزراعات المتأخرة (منتصف نوفمبر إلى منتصف ديسمبر) تقطيع الدرنات الكبيرة التى سبق تخزينها فى الثلاجات؛ وبذا .. يمكن أن تنخفض كمية التقاوى اللازمة إلى نحو ١-١,٢٥ طن للفدان .

## تجزئة التقاوى

تجزأ بعض الدرنات المستخدمة كتقاو فى العروة الصيفية بغرض خفض تكاليف الزراعة ؛ لأن هذه التقاوى تكون مستوردة من الخارج ، ومرتفعة الثمن . ومما يساعد على نجاح زراعتها بعد تجزئتها أنها تزرع فى وقت تنخفض فيه درجة الحرارة ؛ فلا تتعفن . وبمعنى آخر .. فإنه يشترط لإجراء هذه العملية توفر شرطين ؛ هما : أن يكون إجراؤها ضرورة اقتصادية ، وأن تكون درجة حرارة التربة منخفضة عند الزراعة ، كما لا يجب إجراؤها عند الزراعة بالطريقة العفير .

وعند إجراء عملية التقطيع تجب مراعاة الأمور التالية :

١ - يجب عدم تقطيع الدرنات التى يقل قطرها عن ٦سم ، أو المتقدمة فى السن فسيولوجيًا .

٢ - تقطع الدرنات الأكبر من ذلك طوليًا إلى نصفين ، أو إلى ٣ أو ٤ أو ٦ أجزاء . ويتوقف ذلك على حجم الدرنة ، مع مراعاة عدم المغالاة فى التقطيع . وعندما يكون التقطيع إلى ثلاثة أجزاء ، نجد أن الجزء القاعدى للدرنة يقطع مستقلا ، ثم يقسم الجزء الطرفى طوليًا إلى جزأين متساويين؛ حتى تتوزع الأعين الطرفية عليهما.

٣ - يجب أن تكون القطع مكعبةً قدر الإمكان ؛ حتى لا تجف بسرعة ، ولكى تكون نسبة الأسطح المقطوعة إلى وزن قطعة التقاوى أقل ما يمكن ، كما يجب أن تكون القطع متجانسةً فى الشكل والحجم قدر الإمكان ، خاصة عند زراعتها آليًا .

٤ - يجب أن تحتوى كل قطعةٍ على عين واحدة سليمةٍ على الأقل. ويفضل أن تحتوى على ٢-٣ عيون ، وألا يقل وزنها عن ٥٠جم .

٥ - يجب تطهير آلة تقطيع التقاوى على النار ، أو بالغمس فى الكحول أو فى محلول من فوسفات الصوديوم بتركيز ٥٪ ، وذلك عقب استخدامها فى تقطيع درنةٍ مصابةٍ داخليًا .

٦ – يجب نقل الدرنات المخزنة فى مخازن باردة لدرجة حرارة ١٨ْم لمدة أسبوعين قبل تجزئتها. ويفيد ذلك الإجراء فى سرعة التئام الأسطح المقطوعة ، وسرعة إنباتها بعد الزراعة .

٧ – يجب أن تجرى عملية التقطيع قبل الزراعة بمدة يوم إلى يومين ، مع عدم تعريض القطع المجزأة لضوء الشمس المباشر ، أو لتيارات الهواء الشديدة لحين زراعتها .

ومما تجدر الإشارة إليه أن معظم أصناف البطاطس لا تُظهر اختلافات بين أجزاء الدرنة الواحدة، ما دام قد وُجد برعمان أو ثلاثة براعم بحالة جيدة فى كل قطعة ، إلا أن بعض الأصناف ( مثل : كنيبك Kennebec ، وسيباجو Sebago) تكون براعمها القاعدية أضعف نموًا بصورة معنوية من البراعم القمية فى الدرنة الواحدة، وربما لا تنبت بعض القطع القاعدية عند زراعتها ، كذلك فإن براعم جميع القطع تنبت فى ان واحد إذا قطعت التقاوى قبل تنبيتها ، أو بعد إنتهاء ظاهرة السيادة القمية منها . أما إذا قطعت الدرنات بعد بدء إنبات البرعم القمى فقط – أى كانت نابتة وبها سيادة قمية – فإن القطع الطرفية تنبت قبل غيرها، وتعطى غالبا محصولاً أكبر من باقى القطع .

## معالجة التقاوى المجزأة

تجب إجراء عملية المعالجة Curing للتقاوى المجزأة ؛ بغرض تشجيع عملية ترسيب السيوبرين Suberization، وتكوين بيريدرم الجروح Wound Periderm على الأسطح المقطوعة؛ وبذا يمكن حمايتها من الجفاف والعفن بعد الزراعة. ومن الطبيعى أن يؤدى تعفّن قطعة التقاوى قبل الإنبات إلى زيادة نسبة الجور الغائبة . أما تعفنها بعد الإنبات ، فإنه يؤدى إلى نقص المحصول بدرجة تتوقف على وقت تعفن قطعة التقاوى ؛ لأن النبت يعتمد فى نموه على قطعة التقاوى حتى بدء وضع الدرنات . كما أن بقاء قطعة التقاوى سليمةً بعد الإنبات يفيد فى تجديد النمو فى حالة تعرض النموات الحديثة لأضرار الصقيع .

تجرى عملية المعالجة بحفظ الدرنات المجزأة فى درجة ١٥–١٨ْم مع رطوبة نسبية ٨٥–٩٠٪ لمدة ٤–٦ أيام. وإذا تطلب الأمر تأخير الزراعة بعد إجراء عملية العلاج، فإنه يجب تخزين التقاوى المجزأة والمعالجة فى درجة حرارة ٥ْم لحين زراعتها ( & Ware

McCollum ١٩٨٥). وتجرى معالجة التقاوى المجزأة فى مصر بتركها فى مكان بارد رطب لمدة تتراوح بين يوم واحد و أربعة أيام قبل زراعتها .

## معاملة التقاوى بالمبيدات

تفيد معاملة التقاوى بالمطهرات الفطرية والبكتيرية فى منع إصابتها بالعفن بعد الزراعة . والعفن قد يكون بكتيريًا ، وتسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* غالبًا ، أو فطريًا ، وتسببه مجموعة من الفطريات ، كما تفيد المعاملة بالمطهرات الفطرية فى الوقاية من الإصابة بعدد من الأمراض الفطرية .

### من المبيدات الفطرية التى تستخدم فى معاملة التقاوى ما يلى

١ - الكابتان، والفيتافاكس كابتان، والمانيب، والزينب : تعفر الدرنات بمسحوق المبيد، أو تغمر فى محلول منها .

٢ - السمسان بل : يستعمل بغمر الدرنات فى محلول من المبيد. تفيد هذه المعاملة فى مكافحة الجرب .

٣ - الثيابندازول مسحوق ٥٪ بمعدل ١,٢٥ كجم لكل طن من الدرنات .

٤ - النابام : يستعمل بغمر الدرنات الكاملة فى محلول منه بتركيز ٠,٤٪ .

٥ - المانكوزب Mancozeb ، و البينوميل Benomyl ، والكاربندازيم Carbendazim ، والكابتافول Captafol بتركيز ٠,٢٪ (Patel & Patel ١٩٩٢) .

وتفيد المعاملة بالمطهرات الفطرية فى وقاية النباتات من الإصابة ببعض فطريات التربة؛ مثل : الجرب ، والرايزكتونيا ، وذبول فيرتيسيليم .

### ومن المبيدات البكتيرية التى تستخدم فى معاملة التقاوى ما يلى

١ - كبريتات الاستربتومايسين streptomycin sulphate : تفيد هذه المعاملة فى منع الإصابة بكل من العفن الطرى soft rot والجذع الأسود black leg . وتنقع الدرنات فى محلول مائى من المبيد بتركيز ٢٥-٥٠ جزءا فى المليون لمدة ٣٠ دقيقة. ويعتبر التركيز المرتفع ضروريًا لمكافحة مرض الجذع الأسود . ويمكن خلط الإستربتومايسين مع المبيدات الفطرية .

٢ – مخلوط من كبريتات الإستربتومايسين مع التيراميسين هيدروكلورايد terramycin hydrochloride : تغمر الدرنات فى محلول يحتوى على أجزاء متساوية منـــهما بتركيز ٢٥ جزءاً فى المليون لمدة ١٠-٣٠ دقيقة .

٣ – يجب تغيير المحاليل المستعملة فى معاملة التقاوى عندمـــا يفقـد نحـو ثلثـى المحلول نتيجة لغمر التقاوى فيه ، ثم انتشالها وهى مبتلة ، كما يجب تجفيـــف الدرنات الكاملة المعاملة بأسرع ما يمكن ، أو زراعتها مباشرة . أما الدرنـــات المجزأة المعاملة ، فإنها تزرع فى الحال ( Ewing وآخرون ١٩٦٧) .

٤ – حصل Shashirekha & Narasimham (١٩٨٩) على مكافحةٍ جيـــدة للبكتيريـا المسببة لمرض العفن الطرى بغمر الدرنات المجزأة فى محلول السليمانى (كلوريد الزئبقيك) بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون .

٥ – هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypchlorite : تغمر الدرنات لمدة ١٠ دقـــائق فى محلول من المركب بتركيز ٠,١٪، ويحصل على هذا التركيز بتخفيف محلول الكلوراكس Chlorox التجارى – الذى يحتوى على ٥,٢٥٪ هيبوكلوريت الصوديوم – بنسبة ١ كلوركس : ٥٠ ماء .

٦ – كبريتات النحاس : تغمر الدرنات لمدة ٣٠-٦٠ دقيقة فى محلول بتركيز ١,٢٥٪ (عن Univ. Calif. ١٩٨٦) .

## المواصفات التى تجب مراعاتها عن اختيار التقاوى المناسبة للزراعة

توجد علاقة طردية مباشرة بين عدد السيقان التى تنمو من قطعـــة التقـاوى وعـدد الدرنات التى تتكون بكل جورة ، كما توجد علاقة عكسية مباشرة بين عدد السيقان وحجم الدرنات المتكونة فى كل جورة .

يتأثر عدد السيقان – أو عدد النموات – التى تعطيها قطعة التقاوى بالعـوامل التالية :

١ – الصنف : تختلف الأصناف فى عدد العيون التى توجد فى الدرنة ، وفـــى عـدد البراعم التى توجد فى كل عين .

٢ – حجم قطعة التقاوى : يزداد عدد السيقان المتكونة بزيادة حجم التقاوى ؛ نظـــراً لزيادة عدد العيون التى توجد فى قطع التقاوى الكبيرة .

٣ – درجة حرارة التخزين : كلما انخفضت درجة حـــرارة التخزين، كان من الممكـــن

تخزين التقاوى لفترة أطول . وإذا استمر التخزين لفترة طويلة ، فإن السيادة القمية تضعف أو تنتهى؛ وبذا تنبت جميع البراعم التى توجد على قطعة التقاوى؛ ويزيد عدد السيقان المتكونة منها .

٤ – العمر الفسيولوجى : تعرف المدة من الحصاد إلى الزراعة بالعمر الفسيولوجى، وكلما طالت هذه المدة – بالتخزين فى درجة حرارة منخفضة – ضعفت السيادة القمية ؛ وزاد بالتالى عدد السيقان المتكونة من قطعة التقاوى (مرسى ونور الدين ١٩٧٠) :

٥ – المعاملات الكيميائية التى تؤدى إلى التخلص من السيادة القمية؛ مثل المعاملة بالثيوريا ، أو بحامض الجبرلليك .

**على ضوء ما سبق بيانه نجد أن اختيار التقاوى المناسبة للزراعة يتوقف على عدة عوامل يمكن بيانها فيما يلى :**

١ – عند زراعة أصنافٍ مبكرةٍ يلزم تشجيع النمو الخضرى القوى ، ويكون ذلك باستخدام درناتٍ كبيرةٍ كتقاوٍ؛ لتشجيع نمو البراعم النامية بإمدادها بالغذاء المخزن، كما يلزم تشجيع تكوين عددٍ كبيرٍ من السيقان بزراعة تقاوٍ ذات عمرٍ فسيولوجيٍ متقدمٍ ، وضعفت أو انتهت فيها حالة السيادة القمية .

٢ – تراعى نفس النقاط المذكورة فى البند السابق عند زراعة أصناف ذات نموٍ خضريٍ ضعيفٍ بطبيعتها .

٣ – عندما يراد إنتاج درنات صغيرة الحجم تفضل إزالة البرعم الأول ، ثم السماح للتقاوى بالتنبيت من جديد لتنتج عددًا أكبر من السيقان ، كما يفضل استخدام تقاوٍ كبيرة الحجم ذات عمرٍ فسيولوجيٍ متقدم . ويمكن تحقيق نفس الهدف بمعاملة التقاوى بالنقع فى حامض الجبرلليك بتركيز ٢–١٠ أجزاء فى المليون لمدة دقيقتين قبل الزراعة . وقد أدت هذه المعاملة إلى زيادة عدد السيقان وعدد الدرنات المتكونة فى كل جورةٍ مع صغر الدرنات فى الحجم ، دون أن يتأثر المحصول الكلى .

ويكون من الضرورى إنتاج درناتٍ صغيرةٍ نسبيًا ( دون التأثير على المحصول الكلى ) فى حالتين هما : عند إنتاج التقاوى ، وعند الرغبة فى إنتاج درناتٍ صغيرةٍ للاستهلاك من الأصناف ذات الدرنات الكبيرة جدًا .

٤ – عندما يراد انتاج درنات كبيرة الحجم يفضل استعمال درنات صغيرة الحجم كتقاوى، وزراعتها قبل أن تضعف فيها حالة السيادة القمية ؛ حتى لا ينبت منها سوى عدد قليل من البراعم . ويعد ذلك الإجراء أفضل من زيادة مسافة الزراعة (Toosey ١٩٦٣) .

ولمزيد من التفاصيل عن كيفية التحكم فى حجم الدرنات المنتجة ، والعوامل المؤثرة فى ذلك – من حيث الكثافة النباتية ، وعدد السيقان/نبات ، وعدد الدرنات المتكونة/ساق ، والمحصول – يراجع الفصل السابع ، و Struck وآخرون (١٩٩٠) .

# الزراعة

## إعداد الأرض للزراعة

تحرث الأرض عندما تكون التربة مستحرثة ( أى عندما يكون بها نحو ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية ) ، حتى لو أدى الانتظار إلى تأخير الزراعة ؛ لأن حرث الأرض وهى تحتوى على نسبة مرتفعة من الرطوبة يؤدى إلى انضغاط التربة؛ ولذلك تأثيرات سيئة على محصول البطاطس . وتحرث الأرض لعمق ٣٠-٣٥ سم، ويجرى الحرث مرتين فى اتجاهين متعامدين ، ويراعى فيهما قلب المخلفات النباتية جيدا فى التربة. ويلى ذلك ترك الحقل معرضاً للشمس لمدة يومين أو ثلاثة أيام ، ثم يزحف ، ثم يخطط حسب مسافة الزراعة المرغوبة .

ويتم أثناء إعداد الأرض للزراعة إضافة الأسمدة العضوية والكيميائية السابقة للزراعة، إما نثرا على سطح التربة، وإما فى باطن خطوط الزراعة – حسب نظام الرى المتبع – وذلك كما سيأتى بيانه تحت موضوع التسميد فى الفصل السادس .

وتجدر الإشارة إلى أن جذور البطاطس ضعيفة، ولا يمكنها اختراق طبقات تحت التربة الصلدة hard pans ، فإذا وجدت هذه الطبقات عند عمق سلاح المحراث وهو ٣٠ سم ، فإن نمو المجموع الجذرى يكون محصوراً فى تلك المسافة. وفضلاً على أن ذلك الوضع يشكل عائقًا أمام النمو النباتى ووضع الدرنات ، فإن النباتات يمكن أن تتعرض للذبول فى الأيام الحارة؛ ذلك لأن النباتات قد تحتاج إلى قدر من الرطوبة يزيد عما يمكن أن تحتفظ به التربة من رطوبة فى الثلاثين سنتيمترًا العلوية منها . ولا يفيد رى التربة يوميًا فى

منع ظهور هذه الحالة، التى لا علاج لها إلاّ بحراثة التربة حرثًا عميقًا حتى عمق ٥٠سم؛ للتخلص من الطبقات الصماء تحت سطح التربة، ويمكن للجذور أن تنمو عميقًا فى التربة.

كذلك يتعين غسيل التربة جيدًا بالماء ؛ للتخلص من الأملاح التى قد تتواجد فيها ؛ فلا يجب أن تزيد درجة التوصيل الكهربائى لمستخلص التربة المشبع على ثلاثة مللى موز/سم .

وبافتراض أن الرى بالرش (وهو النظام الشائع لرى البطاطس فى الأراضى الصحراوية؛ سواء أكان ذلك بالرشاشات الدوارة ، أم بالرى المحورى ) وأن التربة سلتية ، ملحية ، تكثر فيها الطبقات الصماء على عمق ٣٠ سم ، وأن الزراعة تتم آليًا ، فإن إعداد الحقل للزراعة يتطلب إجراء العمليات التالية :

١ – رى الحقل قبل الزراعة إلى السعة الحقلية بنحو ٥٠ مم من الماء (٢١٠م$^3$/فدان، أو نحو ٥٠٠م$^3$ للهكتار) – تزيد عليها قليلاً فى الأرض الثقيلة، وتقل قليلاً فى الأرض الرملية الخفيفة – وذلك لتسهيل حراثة التربة .

٢ – بعد أن تجف التربة إلى نحو ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية ( أى عندما تصبح مستحرثة )، يتم تقطيع الطبقات الصماء تحت التربة (وهى العملية التى تعرف باسم ripping ) ، باستعمال محاريث يصل عمق سلاحها إلى ٥٠سم ، ويفضل إجراء هذه العملية مرتين فى اتجاهين متعامدين ، على أن تكون المرة الثانية عموديةً على اتجاه الحراثة المتوقع بعد ذلك .

٣ – غسيل الأملاح من الطبقة السطحية من التربة بإضافة نحو ١٠٠مم من ماء الرى (٤٢٠م$^3$/فدان ، أو نحو ١٠٠٠ م$^3$ للهكتار ) .

٤ – إضافة كمية قليلة من النيتروجين ( حوالى ٢٥ كجم/للفدان ، أو نحو ٦٠كجم للهكتار ) ، وكل الكمية التى تحتاج إليها النباتات من الفسفور (حوالى ٦٢,٥ كجم $P_2O_5$ للفدان ، أو نحو ١٥٠ كجم للهكتار ) نثرًا .

٥ – تنعيم مهد الزراعة إلى عمق ١٥–٢٠سم باستعمال المحاريث .

٦ – بل التربة بنحو ١٠ مم من الماء (٤٢م$^3$ للفدان ، أو نحو ١٠٠م$^3$ للهكتار )؛ لتسهيل الزراعة التى تجرى آليًا بعد ذلك (عن Van Der Zaag ١٩٩١) .

## التخطيط ومسافة الزراعة

تتوقف المسافة بين الخطوط وبين النباتات فى الخط على العوامل التالية :

١ – حجم قطعة التقاوى : فتزيد مسافة الزراعة بزيادة حجم قطعة التقاوى (Pohjonen & Poatela ١٩٦٤) ؛ لأن التقاوى الكبيرة الحجم تعطى سيقانًا أكثر (Wurr وآخرون ١٩٩٢).

٢ – الصنف المستخدم ، وقوة نموه الخضرى، وموعد نضجه : فتزيد مسافة الزراعة بزيادة قوة النمو ، ومع التأخير فى النضج .

٣ – جميع العوامل التى تؤثر على عدد السيقان التى تنمو من قطعة التقاوى؛ مثل : درجة حرارة التخزين ، والعمر الفسيولوجى للتقاوى ، وحجمها ، وعدد العيون بها ؛ فكلما ازداد عدد السيقان كان من الأفضل زيادة مسافة الزراعة .

٤ – الغرض من الزراعة : فتفضل المسافات الضيقة عند الزراعة بغرض إنتاج البطاطس الجديدة التى تقلع وهى صغيرة قبل تمام نضجها .

٥ – خصوبة التربة ، ومدى توفر الرطوبة الأرضية : فتزيد مسافة الزراعة فى الأراضى الفقيرة ، وعند نقص الرطوبة الأرضية .

٦ – العامل الاقتصادى : فيكون من المفضل الزراعة على مسافات واسعة عند ارتفاع ثمن التقاوى. وعمومًا ... فالمسافات الضيقة تؤدى إلى زيادة المحصول الكلى ، وعدد الدرنات التى ينتجها النبات الواحد ، إلا أنها تكون صغيرة الحجم (Roggen & Van Dijk ١٩٧٣).

وقد وجد Rykbost & Maxwell (١٩٩٣) أن حجم الدرنات المنتجة يزداد فى معظم الأصناف – بانخفاض كثافة الزراعة ( وذلك بزيادة مسافة الزراعة بين النباتات فى الخط من ١٧ سم إلى ٣٠ سم علمًا بأن الخطوط كانت بعرض ٨١ سم). كما وجد الباحثان أن مسافة الزراعة لم يكن لها سوى تأثيرات محدودة على الكثافة النوعية للدرنات ومعدلات إصابتها بحالة القلب الأجوف Hollow Heart .

كما قارن Martin (١٩٩٢) بين الزراعة فى خطوط بعرض ٧٥سم و ٩٠سم ، ولم يجد فروقًا معنوية بينهما ؛ لا فى محصول الدرنات ، ولا فى توزيعها حسب الحجم ؛ الأمر الذى تفضل معه الزراعة على خطوط بعرض ٩٠ سم ؛ للتوفير فى كمية التقاوى التى تلزم للزراعة ، ولتسهيل عملية الزراعة الآلية .

وتجدر الإشارة إلى أن العامل المهم عند تحديد مسافة الزراعة هو كثافة النمو النباتى. ومن المتفق عليه أن الكثافة المثلى التى تلزم لإنتاج أعلى محصولٍ من البطاطس تتراوح بين ١٠ و ١٥ ساقًا نباتية لكل مترٍ مربع من الحقل. فإذا أعطت كل درنة تقاوى ثلاثة سيقانٍ ، فإنه تلزم أربع درنات لزراعتها فى كل مترٍ مربعٍ من الحقل .

وفى الأراضى الرملية يتراوح العرض المناسب لخطوط الزراعة بين ٧٥ و ٩٠سم. وتعتبر مسافة ٩٠سم بين الخطوط هى الأكثر شيوعًا ، وخاصة عند ميكنة الزراعة ، وفى ظل نظام الرى بالتنقيط . وللحصول على أربعة نباتات لكل مترٍ مربعٍ من الأرض تلزم – حينئذ – أن تتراوح المسافة بين النباتات فى الخط بين ٢٧ و٢٨ سم .

ومن الطبيعى أن كمية التقاوى التى تلزم للزراعة تتوقف على جميع العوامل السابقة ، بالإضافة إلى حجم قطعة التقاوى نفسها ، فالتقاوى التى يتراوح قطرها بين ٣٥ و ٤٥ مم يبلغ متوسط وزن الدرنة الواحدة منها ٦٠ جم، وتعطى فى المتوسط ٣ سيقان/درنة ؛ وبذا .. يلزم ٢,٤ طنًا منها للهكتار (طن واحد / فدان) ؛ للحصول على كثافةٍ قدرها ١٢ سوقًا / م². أما التقاوى التى يتراوح قطرها بين ٤٥مم و٥٥مم ، فإن متوسط وزن الدرنة الواحدة منها يبلغ حوالى ٩٥ جم ، وتعطى فى المتوسط أربع سيقان / نبات بدلاً من ثلاث ؛ الأمر الذى يتطلب زراعة ثلاث درناتٍ فى كل مترٍ مربعٍ ؛ أى تكون مسافة الزراعة بين النباتات فى الخط ٣٧ سنتيمترًا ؛ وهو ما يستلزم زيادة كمية التقاوى إلى ٢,٩ طنًا للهكتار ؛ أى حوالى ١,٢ طنًا للفدان .

وتزرع البطاطس فى أراضى الوادى والدلتا فى مصر على خطوط بعرض ٦٠-٧٠ سم ( أى يكون التخطيط بمعدل ١٢ أو ١٠ خطوط فى القصبتين على التوالى) ، وعلى مسافة ٢٠-٢٥ سم بين الجور، ويتوقف ذلك على ثمن التقاوى؛ ففى العروة الصيفية التى تستورد تقاويها من الخارج، وتكون مرتفعة الثمن، يكون التخطيط على مسافة ٧٠ سم، والزراعة على مسافة ٢٥ سم بين الجور؛ بغرض تقليل كمية التقاوى اللازمة للزراعة. أما فى العروة الخريفية التى تستعمل فيها التقاوى المنتجة محليًا ، والتى تكون أقل ثمنًا، فإن التخطيط يكون فيها على مسافة ٦٠ سم، والزراعة على مسافة ٢٠ سم بين الجور فى الخط .

### عمق الزراعة

يتوقف العمق المناسب للزراعة على كلٍ من : حجم قطعة التقاوى ، ودرجة الحرارة السائدة ، وطبيعة التربة. وطبيعى أن العمق يزداد بزيادة قطر درنة التقاوى ذاتها، ولكن

يجب أن تغطى درنة التقاوى بطبقة من التربة يتراوح سمكها بين ٥سم، و ٦سم فى الجو البارد وفى الأراضى الثقيلة، و ١٠ سم ، و١٢ سم فى الجو الحار وفى الأراضى الرملية .

هذا ... وتؤدى الزراعة العميقة فى الجو البارد أو فى الأراضى الثقيلة إلى تأخير الإنبات، وإلى زيادة فرصة إصابة النباتات بفطر الرايزكتونيا. وفى المقابل .. تؤدى الزراعة السطحية فى الجو الحار إلى تعرض الدرنات لدرجات حرارة عالية غير مناسبة .

ومن عيوب الزراعة السطحية – بصورة عامة – أن الدرنات المتكونة تكون سطحية هى الأخرى ، وربما لا تغطى جيدًا عند العزق ؛ فتتعرض للضوء ، وتزيد فيها نسبة الدرنات الخضراء غير الصالحة للتسويق . كما تزيد فرصة إصابة الدرنات بفراش درنات البطاطس ، وقد تؤدى الأمطار الغزيرة إلى إزاحة التربة عنها فى الأراضى الخفيفة .

وقد وجد Alsadon وآخرون (١٩٩٣) أن الزراعة على عمق ٢٠سم كانت أفضل من الزراعة على عمق ١٢سم فى العروة الخريفية (بالرياض فى المملكة العربية السعودية) ، بينما لم يتأثر المحصول بعمق الزراعة فى العروة الربيعية ، كما لم تتأثر الصفات الفيزيائية للدرنات بعمق الزراعة فى أى من العروتين .

## طرق الزراعة

### أولاً : فى الأراضى الثقيلة

تزرع البطاطس بالأراضى الثقيلة فى مصر بثلاث طرق كما يلى :

**١ – الزراعة الحراثى :**

تخطط الأرض بعد إعدادها بمعدل ١٠- ١٢خطاً فى القصبتين ( أى تكون الخطوط بعرض ٦٠سم-٧٠سم ) ، ثم تمسح الخطوط ويروى الحقل . وبعد استحراث الأرض تحفر جور الزراعة على مسافة ٢٠سم-٢٥ سم من بعضها البعض عند حد الماء ، ولعمق ١٠سم بكشط الطبقة السطحية الجافة ، ثم توضع فيها الدرنات ، مع مراعاة جعل العيون لأعلى، ثم تغطى بالثرى الرطب، ثم بالتراب الجاف، ويضغط عليها. تترك الأرض دون رى لحين تمام الإنبات، ويستغرق ذلك عادةً من ٣-٤ أسابيع. وقد يروى الحقل قبل تمام الإنبات فى الجو الحار . وتتميز هذه الطريقة بانتظام الإنبات .

**٢ – الزراعة بالترديم :**

تعتبر طريقة الترديم هى الشائعة والمفضلة، وفيها تجهز الأرض، ثم تقسم إلى أحواض،

مساحة كل منها تتراوح بين قيراط و قيراطين (١٧٥-٣٥٠م٢) ، ثم تــروى الأرض ريًــا غزيرًا. وبعد استحراث الأرض تخطط وتوضع ( تُلقّط ) التقاوى خلف المحراث فى بطــن الخط، مع تعديلها على الأبعاد المناسبة، بحيث تكون العيون لأعلى. وبعد الانتــهاء مــن خمسة خطوط يشق الخط الأول بمحراث أخر للردم على التقاوى؛ وبذا يصبح مكان بطــن الخط الأول قمة للخط الجديد. وبعد الانتهاء من زراعة الحقل تقطع الأرض إلــى شرائــح ومراو ، ثم تمسح الخطوط جيدًا بالفأس. ويكون التخطيط ومسافة الزراعة كما فى الزراعة الحراثى. تتبع هذه الطريقة فى المساحات الكبيرة لسهولتها ، ولكن يعيبها فقدان نسبةٍ من النباتات أثناء إقامة المراوى ، وعدم انتظام الإنبات لتفاوت عمق الزراعة .

**٣ – الزراعة المسقاوى أو العفير :**

تُجهّز الأرض وتخطط ، ثم توضع الدرنات فى جورٍ على المسافات المرغوبة، وعلــى عمق ١٥سم، ثم تروى الأرض مباشرة بعد الزراعة. تتبع هذه الطريقة فى الأراضى الرملية. ولا ينصح بها فى الأراضى الثقيلة، خاصة عند ارتفاع درجة الحرارة وقت الزراعة (كمــا فى الزراعات الخريفية)؛ لأنها تؤدى إلى تعفن التقاوى (استينو وآخرون ١٩٦٣) .

## ثانيًا : فى الأراضى الرملية

يمكن إنتاج البطاطس فى الأراضى الرمليــة تحت أى من نظم الرى الثلاثة : الغمر ، أو الرش ، أو التنقيط . وتتوقف طريقة الزراعة على نظام الرى المستخدم، كما يلى :

**١ – فى حالة الرى بالغمر :**

تقام خطوط بعرض ٧٠-٨٠ سم (من منتصف الخط إلى منتصف الخــط التــالى)، وتزرع الدرنات فى جــور يتم عملها فى منتصف ميــل الخطوط علــى مســافة ٢٠-٢٥ سم من بعضها، وعلى جانب "ريشة" الخط المواجه للشمس فى العــروة الصيفية ( التى تكون زراعتها أثناء انخفاض درجة الحرارة فى شهر ينــاير ) ، وعلى جانب الخط غير المواجه للشمس فى العروة الخريفية (التى تكون زراعتها أثناء ارتفاع درجة الحرارة فى شهر أغسطس) . هذا ... وتكون الزراعة فى تربةٍ جافة ، ثم يروى الحقل عقب الزراعة مباشرةً .

**٢ – فى حالة الرى بالرش :**

تكون الزراعة فى خطوطٍ تبعد عن بعضها بمسافة ٧٠-٨٠ سم، فى جــورٍ تبعــد

عن بعضها بمسافة ٢٠-٢٥سم، علماً بأن الأرض تكون مسطحة بعد الزراعة .
وكما فى حالة الرى السطحى .. تتم الزراعة فى تربةٍ جافةٍ، ثم يروى الحقل بعد الزراعة مباشرة، ولكن لا بأس من أن تحتوى التربة على رطوبةٍ منخفضةٍ عند الزراعة .

٣ – فى حالة الرى بالتنقيط :
تكون خطوط التنقيط على مسافة ٨٠-٩٠ سم من بعضها، وتكون الزراعة فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ٢٥ سم على أحد جوانب خط التنقيط، وتبعد عنه بمسافة ١٠سم، على أن تكون النقاطات فى منتصف المسافة بين الجور. هذا .. ويجب تشغيل شبكة الرى عدة ساعاتٍ فى اليوم السابق للزراعة ؛ وذلك لترطيب التربة، وللتأكد من عدم انسداد النقاطات .

## مواعيد الزراعة

تزرع لبطاطس فى مصر فى ثلاث عرواتٍ رئيسيةٍ، تمتد خلالها زراعة البطاطس من أوائل شهر سبتمبر إلى أخر شهر يناير كالتالى :

### ١ – العروة الخريفية

تبدأ زراعتها من أوائل سبتمبر ( وأحياناً أوائل أغسطس فى المناطق الساحلية ) حتى منتصف أكتوبر فى الدلتا ، ومصر الوسطى. وتعطى محصولها فى أوائل ديسمبر حتى منتصف فبراير. وهى العروة الرئيسية للبطاطس فى مصر من حيث المساحة المزروعة. وتؤخذ تقاوى هذه العروة من محصول العروة الصيفية الذى ينضج فى شهر مايو. ويستعمل محصولها فى الاستهلاك المحلى ، كما يصدر جزء منه (حوالى ١٥٪) فى نهاية الموسم إلى الدول العربية والأوروبية .

### ٢ – العروة الشتوية (المحيرة) أو الصيفية المبكرة

تبدأ زراعتها من منتصف أكتوبر حتى أواخر نوفمبر، وتعطى محصولها من أواخر فبراير حتى أخر مارس. وتعتبر هذه هى عروة التصدير الرئيسية لكن مساحتها صغيرة نسبيًا. وتنتشر زراعتها فى الدلتا والمناطق الساحلية ، خاصة فى محافظات البحيرة، والغربية، والدقهلية . ويفضل أن تزرع فيها الأصناف المرغوبة فى الأسواق الأوروبية ،

والأكثر تحملاً للحرارة المنخفضة ؛ مثل : كارا ، وجراتـا ، وكنـج إدوارد ، ونيقـولا ، ودايمونت .

### ٣ – العروة الصيفية

تبدأ زراعتها من منتصف شهر ديسمبر حتى آخر يناير، وقد تمتد أحيانًا حتى منتصف فبراير. وتعطى محصولها من منتصف أبريل حتى أخر مايو، وإلـى أوائـل يونيـو فـى الزراعات المتأخرة . تقلع بعض حقول الزراعات المبكرة جدًا التى تزرع فى ديسمبر قبل تمام نضجها لإنتاج البطاطس الجديدة التى تصدر لإنجلترا . ويعتبر الأسـبوعان الثـانى والثالث من شهر ينـاير هما أفضل فترة لزراعة المحصول الرئيسى فى هذه العروة . ولا يخشى على النباتات من الصقيع؛ لأن الإنبات يكون غالبًا خـلال شـهر فـبراير. ومـن الأصناف التى تتحمل درجات الحرارة المنخفضة أكثر من غيرها كنج إدوارد ، وجراتـا ، وهى التى يمكن زراعتها خلال شهر ديسمبر . أما تأخير الزراعة حتى منتصـف شـهر فبراير ، فإنه يعنى تأخير الحصاد حتى شهر يونيو. ومن أهم عيوب ذلك ما يلى :

ا – نقص المحصول نتيجة لارتفاع درجة الحرارة، وزيادة معدل التنفس .

ب – صغر حجم الدرنات .

جـ – التعرض للإصابة بعديد من الكائنات التى تؤدى إلى تعفن الدرنات .

د – تزيد الحاجة إلى الرى بسبب ارتفاع درجة الحرارة، وتـؤدى هـذه الظـروف مجتمعة ( أى ارتفاع درجة الحرارة مع توفر الرطوبة الأرضية) إلـى إحـداث تفلقات ونمـوات ثانويـة فـى بعـض درنـات بعـض الأصنـاف (حمـدى وآخرون١٩٧٣، والإدارة العامة للإرشاد الزراعى – وزارة الزراعة المصريـة ١٩٧٧).

ويستفاد من محصول العروة الصيفية فيما يلى :

أ – تغطية احتياجات الاستهلاك المحلى خلال الفترة من منتصف أبريل حتـى آخـر شهر أكتوبر، والذى يمثل نحو ٥٥٪ من إنتاج هذه العروة .

ب – تصدير البطاطس البلية من الصنفين كنج إدوارد وكارا .

جـ – تغطية الاحتياجات من التقاوى اللازمة للعروتين الخريفية والشتويـة، وكذلـك

التقاوى اللازمة للمشروع القومى لإنتاج التقاوى البديلة للتقاوى المستوردة فى العروة الصيفية من العام التالى. تخزن التقاوى التى تنتج لهذا الغرض؛ ابتداء من شهرى مايو ويونية حتى ديسمبر أو يناير ، لمدة ٦-٧ شهور، على حرارة ٣-٤ْم .

## وسائل التبكير فى زراعة العروة الخريفية

للتبكير فى إنتاج البطاطس من العروة الخريفية التى تزرع – عادةً – خلال الفترة من بداية سبتمبر إلى منتصف أكتوبر ، فإن الأمر يتطلب تبكير الزراعة لتصبح خلال شهرى يوليو وأغسطس، ولكن ذلك يُعرّض التقاوى المزروعة والنباتات النامية لدرجات حرارة عاليةٍ لا تناسبها ، ولكن يمكن التغلب على هذه المشكلة بإحدى وسيلتين ، كما يلى:

### ١ – تحميل البطاطس على الذرة

تخطط الأرض خلال شهرى يونيو ويوليو لزراعة الذرة ، وتكون الزراعة على الريشة الأكثر تعرضًا لأشعة الشمس، وعلى مسافة ٢٥سم بين الجور، مع استعمال أصناف الذرة القصيرة نسبيًا للحدّ من شدة تظليلها للبطاطس ، وتزرع البطاطس بعد زراعة الذرة بنحو ٦-٨ أسابيع (من منتصف يوليو إلى آخر أغسطس ) على الريشة الأخرى للخط ، على أن تكون متبادلة (على شكل رجل غراب) مع نباتات الذرة .

توفر الذرة للبطاطس تظليلاً خفيفًا يعمل على تخفيض حرارة التربة والجو المحيط بالنباتات عدة درجات. وبعد حصاد الذرة يُردَم على البطاطس لتصبح فى وسط خط الزراعة.

وبينما يعطى الذرة المزروع بهذه الطريقة نحو ٨٠٪ من محصوله الطبيعى، فإن البطاطس المحملة عليه تنتج نحو ٧-٨ أطنان للفدان خلال شهرى أكتوبر ونوفمبر تباع بأسعار عالية ؛ حيث لا يبدأ حصاد محصول العروة الخريفية العادية قبل منتصف شهر ديسمبر .

ومن أكثر الأصناف تحملاً للحرارة العالية – والتى يمكن زراعتها فى هذه العروة – اسبونتا وكلوديا ، بينما يعد الصنف ألفا شديد الحساسية للحرارة .

### ٢ – الرى بالرش خلال الفترة الأولى بعد الزراعة

يجب تجنب زراعة البطاطس فى تربة ترتفع حرارتها عن ٣٠-٣٢ْم ؛ لأن ذلك

يعرض التقاوى للعفن، إلا أنه يمكن فى الأراضى الرملية غير الملحية - التى تتوفر فيها مياه رى عذبة - خفض حرارة التربة بما مقداره ٥-١٠ْم ، برش الحقل رشاً خفيفاً بالماء كلما ارتفعت حرارة التربة - عند الزراعة، وحتى قبل اكتمال الإنبات - عن تلك الحدود . ولكن إذا احتوت مياه الرى على قدر - ولو متوسط - من الأملاح، كأن تكون درجة توصيلها الكهربائى - مثلاً - ٢ مللى موز/سم (١٣٠٠ جزء فى المليون من الأملاح) أو أعلى من ذلك، فإن استعمالها فى خفض حرارة التربة يؤدى إلى تراكم سريع للأملاح على سطح التربة. ويتطلب غسيل هذه الأملاح إضافة كميات كبيرة من الماء ؛ الأمر الذى يؤدى إلى نقص الأكسجين فى التربة، وتعرض تقاوى البطاطس وجذورها للعفن. ولهذا السبب ذاته لا تصلح هذه الطريقة للتطبيق فى الأراضى الثقيلة . هذا... ويمكن اتباع هذه الوسيلة فى خفض حرارة التربة باستعمال أى من الرشاشات الدوارة، أو أجهزة الرى المحورى .

## دورة البطاطس

أكثر المحافظات زراعة للبطاطس هى البحيرة، والجيزة، والغربية، والمنوفية، والدقهلية، وتزرع البطاطس فيها أساسًا فى دورة القطن الثلاثية . وأهم المحاصيل التى تدخل فى هذه الدورة هى : القطن، والذرة صيفًا، والبرسيم، والقمح، والشعير، والكتان، والفول شتاء . أما البطاطس، فتزرع فى العروة الصيفية أو الخريفية .

وتعتبر الدورة ضرورية لمكافحة عديد من الأمراض التى تصيب البطاطس، والتى تعيش مسبباتها فى التربة. ويجب أن يستبعد منها جميع الباذنجانيات، وكذلك الموز لأصابته بالبكتريا المسببة للعفن الطرى، فلا تزرع أى من هذه المحاصيل فى نفس قطعة الأرض مع البطاطس إلا بعد مرور ثلاث سنوات .

## إنتاج البطاطس البلية أو البطاطس الجديدة

البطاطس البلية أو البطاطس الجديدة New Potatoes هى درنات بطاطس لم يكتمل نموها ونضجها ، نظرًا لحصادها فى مراحل مبكرة من النمو . وهى درنات يقل قطرها عن ٣سم، وتبلغ كثافتها النوعية ١,٠٨، وترتفع فيها نسبة الرطوبة كثيرًا عما فى الدرنات المكتملة النمو، ولا تلتصق قشرتها بالتربة ؛ ولذا يطلق عليها اسم "المفرولة" .

تصدّر هذه البطاطس لأوروبا بأسعار مجزية ، ويكون معظم تصديرها إلى المملكة المتحدة.

وأفضل المناطق لإنتاج البطاطس البلية هى محافظات المنوفية ، والغربية ، وبعض مراكز محافظة البحيرة القريبة من محافظتى الغربية والإسكندرية. وتفضل الزراعة فى الأراضى الخفيفة ؛ للمساعدة على سرعة الإنبات، وسرعة النضج، ولكى لا تلتصق التربة بالدرنات عند الحصاد . ويعتبر كنج إدوارد وكارا هما صنفىّ تصدير البطاطس البلية الرئيسيين .

وتنتج البطاطس البلية فى العروة الشتوية (المحيرة) التى تمتد زراعتها من منتصف أكتوبر إلى منتصف ديسمبر، وإن كان الموعد المفضل للزراعة خلال شهر نوفمبر . وتستقبل الأسواق الإنجليزية البطاطس البلية المصدرة إليها؛ إبتداءً من وقت نفاذ مخزون البطاطس المنتجة محليًا هناك فى منتصف شهر يناير، وحتى نهاية شهر أبريل. ونظرًا لأن أبكر محصول من البطاطس البلية التى تنتج من العروة الصيفية لا يتم حصاده قبل منتصف شهر مارس؛ لذا .. يتعيين الاهتمام بالزراعة – لأجل التصدير – فى العروة الشتوية .

تصدر البطاطس البلية فى أجولة سعة ٢٢كجم، وتخلط درنات كل جوال بحوالى كيلو جرام واحد من البيت موس المندى بنحو ١,٥ لتر من الماء ؛ حتى تحتفظ الدرنات برطوبتها خلال فترة الشحن التى تستغرق من ٢-٣ أسابيع .

تحصد الدرنات عند إنتاج البطاطس البلية – سواء من الصنف كنج إدوارد أم كارا – بعد نحو ٩٠-١٠٠ يومًا من الزراعة . أما فى الزراعة العادية، فإن الحصاد يكون بعد فترة تتراوح بين ١١٠ أيام و ١٢٠ يومًا من الزراعة .

## استخدام البذور الحقيقية فى إنتاج البطاطس

### مقدمة

تستخدم البذور الحقيقية فى إكثار البطاطس لأغراض التربية منذ زمن بعيد. وقد بدأ الاهتمام باتباع هذه الطريقة فى الإنتاج التجارى للبطاطس منذ أواخر السبعينيات خاصة فى نيوزيلندا ، وفى معهد البطاطس الدولى فى بيرو ، وفى الولايات المتحدة الأمريكية.

والغرض من إنتاج البطاطس بهذه الطريقة هو الإسراع فى إنتاج التقاوى، والتغلب على مشكلة ارتفاع ثمنها، وعدم إصابة النباتات بالأمراض، خاصة الفيروسية منها، عن طريق التقاوى . وغنى عن البيان أن تداول ونقل عدة جرامات من البذور أسهل بكثيرٍ من تداول ونقل طنٍّ من الدرنات .

ومما ساعد على المضى قدمًا فى الدراسات المتعلقة بإنتاج البطاطس بهذه الطريقة التعرف على أصنافٍ وسلاسلاتٍ لا تعطى مدى واسعًا من التباين فى الشكل المظهرى عند الزراعة بالبذور، لكن الحقول المزروعة بهذه الطريقة لابد أن يظهر فيها بعض التباين بين نباتاتها فى معظم الصفات النباتية؛ لأن التكاثر بالبذرة يعنى اللجوء إلى الأجنة الجنسية التى تكون على درجةٍ كبيرةٍ من عدم التجانس الوراثى؛ لأن البطاطس من النباتات الخليطة وراثيًا ، وتنعزل عواملها الوراثية الخليطة عند تكوين الجاميطات .

وبذور البطاطس صغيرة للغاية، ولا يتعدى وزن البذرة الواحدة ٠,٦ ملليجرام. وتحتوى الثمرة الواحدة على نحو ٢٠٠ بذرة. وينتج كل نباتٍ حوالى ٢٠ ثمرةً. وتستخلص البذور من الثمار بطريقةٍ آليةٍ ، يتم خلالها هرس الثمار ، ثم فصل البذور بالغسل بالماء. ولا ينتقل عن طريق البذور سوى عددٍ قليلٍ من فيروسات البطاطس هى فيرس الحلقة السوداء ، وفيرسT ، وفيرس X ، وفيرس Y ، وفيرس البقع الحلقية، بالإضافة إلى فيرويد الدرنة المغزلية ، هذا .. بينما تنتقل كل أمراض البطاطس تقريبًا عن طريق الدرنات (George ١٩٨٥).

وعلى أية حال .. فإن البذور لا تزرع مباشرة فى الحقل ، لكنها تستخدم فى إنتاج محصولٍ من الدرنات الصغيرة، هى التى تستخدم كتقاوٍ . وتحتاج زراعة البذور إلى عناية خاصة ؛ نظرًا لأنها صغيرة للغاية، وحساسة لبيئة الزراعة. وقد بين Martin (١٩٨٣) التفاصيل التى اتبعها فى زراعة ٨ هكتارات (حوالى ١٩ فدانًا) من البطاطس بالبذور الحقيقية على مدى سبعة أعوام من حيث طرق إنتاج البذور، واستخلاصها، والمعاملات التى تجرى عليها، وطرق زراعتها، وطرق مكافحة الحشائش والأمراض والحشرات، وطرق رعاية البادرات والنباتات .

وتزرع البذور فى بيئة من البيت والرمل على عمق لا يزيد على سنتيمترٍ واحدٍ. ويتم التحكم فى كثافة الزراعة بالخف بعد الإنبات بنحو ١٠-٢٠ يومًا؛ بحيث تتراوح بين ١٠٠ نبات و ١٥٠ نباتًا فى كل مترٍ مربعٍ من الأرض. تحصد الدرنات بعد حوالى ١١٠

أيام من الزراعة ويمكن الحصول على نحو ٥٠٠ – ٦٠٠ درنة (حوالى ٤- ٥ كجم) من كل متر مربع من الحقل. وتستخدم هذه الدرنات إما فى إكثار التقاوى، وإما كتقاوٍ مباشرة فى الزراعة التجارية. وبرغم أن غالبية الدرنات المنتجة عند زراعة البذور تكون صغيرة الحجم ، إلا أن الكبيرة منها التى يتراوح قطرها بين ٣سم و٥سم تكفى لزراعة ١٥ ضعف المساحة، أى إن كل فدان من المشتل ينتج درنات تكفى لزراعة ١٥ فدانًا من الحقل التجارى. هذا .. وأكثر من ٦٠٪ من الدرنات المنتجة فى المشاتل تقل فى الوزن عن ١٠جم. وقد أمكن الاستفادة منها فى إكثار التقاوى؛ فعندما زرعت الدرنات الصغيرة (الناتجة من زراعة البذور) التى يتراوح وزنها بين جرام واحد و ١٠ جم؛ بمعدل نصف طن للهكتار أمكن الحصول على تقاو تجارية بواقع ٢٠ طناً للهكتار . وقد تراوحت ٧٥٪ من الدرنات الناتجة فى القطر بين ٢,٠ سم و٥,٥ سم (International Potato Center ١٩٨١).

ويعد إنتاج البطاطس بالاعتماد على البذور الحقيقية – سواء أتم ذلك باستعمال شتلات ناتجة من زراعة البذور مباشرة ، أم باستعمال درنات البادرات البذرية Seedling Tubers – نظامًا مثاليًا لزراعة البطاطس لدى صغار المزارعين فى الدول النامية (Gunadi ١٩٩٢).

## جهود واتجاهات التربية لأجل تحسين الإنتاج باستعمال البذور الحقيقية

أدى التباين الشديد فى صفات الدرنات الناتجة من زراعة البذور الحقيقية – من حيث شكلها، ولونها، وحجمها، وصفاتها الأكلية – إلى اتجاه الدراسات – منذ عام ١٩٨٠ – إلى إنتاج هجن بذرية من البطاطس تتميز بمستوى مناسب من التجانس؛ بقدر يجعلها قادرةً على المنافسة مع البطاطس العادية فى الأسواق العالمية. وكانت البداية باختيار الآباء التى يرتفع محصولها من البذور الحقيقية، والتى لا يظهر فى نسلها انعزالات مورفولوجية كثيرة عند تلقيحهما معًا. وقد أمكن بالفعل التوصل إلى بعض الهجن التى لا تختلف كثيرا فى درجة تجانس صفاتها الخضرية والدرنية عن الأصناف العادية (Love وآخرون ١٩٩٧).

هذا... ولم يجد Gelmirzaie & Serquen (١٩٩٢) ارتباطًا قويًا بين صفات البادرات وصفات النباتات الكبيرة ؛ الأمر الذى لم يتمكنا معه من الاعتماد على صفات البادرات فى الانتخاب للصفات المرغوبة فى النباتات البالغة .

ويوجه مربو النباتات اهتمامهم نحو انتخاب سلالات لإنتاج البذور الحقيقيـــة، تتمـــيز بقدرتها العالية على التآلف لصفات المحصول ، والتبكير ، والإزهار فى ظروف الحـــرارة العالية، والمقاومة للأمراض الرئيسية، مع احتوائها على الصفات المرغوبة للدرنات. كما يفيد الانتخاب للإزهار وعقد الثمار فى ظروف الحرارة العالية إلى تحسين إنتاج البذور فى المناطق التى لا يتوافر فيها جو معتدل خلال المواسم التى تطول فيها الفترة الضوئية .

كذلك يهتم المربى بانتخاب سلالات تعطى بذورها بادرات قوية النمو وأكثر قدرة على تحمل صدمة الشتل ؛ حيث وجدت تباينات وراثية كبيرة فى هذا الشـــأن، كمـــا وُجـــد أن بادرات الهجن كانت أكثر قدرة على تحمل صدمة الشتل من البادرات غير الهجين. وتبين أن ٨٧٪ من الاختلافات فى قدرة الشتلات على استعادة نموها بعد الشتل كان مردها إلـــى قدرتها على تكوين جذور جديدة .

ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة خلال الفترة التى تعقب الشتل إلى الحد من نمو الجذور، واستمرار ضعف النباتات (عن Malagamba ١٩٨٨).

ومن بين الأنواع البرية الهامة المكونة للدرنات من الجنس *Solanum* ، والتى تنبت بذورها جيـــدا ، وتنمو بادراتها بقوة ، وتنتج بكفاءة عـــالية فى الجـــو الحـــار الأنـــواع التالية :

*S. commersonii* — *S. jamesii*

*S. kurtzianum* — *S. pinnatisectum*

*S. polytrichon*

ويحاول مربو النباتات نقل الصفات الهامة المتعلقة بخصائص التكاثر الجنسى من تلك الأنواع إلى البطاطس المزروعة (Jaworski وآخرون ١٩٨٨).

## إنتاج البذور الحقيقية

### الظروف المثلى للإزهار وعقد الثمار

تُنتج البذور الحقيقية للبطاطس تحت ظروف النهار الطويل والحرارة المعتدلة، كما فى أوروبا خلال فصل الصيف .

إن أنسب الظروف لإزهار وعقد ثمار البطاطس هى توفر فترة ضوئية تتراوح بين ١٤و١٨ ساعةً مصحوبةً بحرارة تتراوح – ليلاً – بين ١٥ و ٢٠ م° . ولكن سلالات البطاطس تختلف فيما بينها كثيرًا فى قدرتها على الإزهار، وفى موعد إزهارها، والفترة التى تظل خلالها النباتات مزهرةً، ومن حيث كونها خصبة الذكر، أم عقيمة الذكر. وقد وجد Gopal (١٩٩٤) من دراسته على ٦٦ سلالةً من البطاطس أن ٥٤,٣٪ منها فقط كانت قادرةً على الإزهار وتامة الخصوبة .

وتجدر الإشارة إلى أن إزالة السيقان الأرضية Stolons (المدادات)؛ بهدف منع تكوين الدرنات تؤدى إلى إحداث زيادة كبيرة فى إنتاج نباتات البطاطس من الثمار والبذور (Al-Amin & Pehu ١٩٨٨).

### التلقيح وتحسين العقد

لقد وجدت ثمانية أنواع من النحل الطنّان *Bombus* spp. فى الحقول المعتمدة لإنتاج البذور الحقيقية للبطاطس فى ولاية ميرلاند الأمريكية ، إلاّ أن نوعا واحدا فقط منها – هو *B. terricola* – كان ملقحًا لأزهار البطاطس (Batra ١٩٩٣).

وينصح Thakur وآخرون (١٩٩٤) – لأجل زيادة نسبة عقد الثمار، وعدد البذور بالثمرة ، ومتوسط وزن ١٠٠ بذرة – بجمع حبوب اللقاح من المتوك المجففة – باستعمال قماش من النيلون يبلغ قطر ثقوبه ملليمترًا واحدًا – واستعمالها فى تلقيح الأزهار ، وذلك عند إنتاج البذرة الهجين .

ويمكن حفظ حيوية حبوب اللقاح لعدة شهورٍ بتخزينها – وهى جافة – فى حرارة تقل عن الصفر المئوى ؛ وبذا ... يمكن استعمالها فى أى وقتٍ نحتاج إليها فيه إلى إجراء التلقيحات اللازمة .

وتؤدى تربية نباتات البطاطس رأسيًا –تحت ظروف الحقل– إلى تسهيل إجراء العمليات الحقلية؛ مثل التلقيح، ومكافحة الآفات، وحصاد الثمار، كما تؤدى إلى تحسين عقد الثمار ونموها (Malagamba ١٩٨٨) .

### محصول البذور ونوعيتها

ينخفض متوسط وزن ثمرة البطاطس الحقيقية، وعدد البذور فيها ، ومتوسط وزن ١٠٠ بذرة بالاتجاه من قاعدة العنقود الثمرى إلى نهايته . وتوجد علاقة معنوية موجبة

بين وزن الثمرة وعدد البذور فيها. ويمكن تحسين متوسط وزن ١٠٠ بذرة بالاكتفاء بحصاد الثمار التى توجد فى قاعدة العنقود فقط (Almekinders وآخرون ١٩٩٥). كما تعطى البذور المستخلصة من الثمار التى تعقد فى الثُلث السفلى من النبات بادرات أقوى نموًا (Pallais ١٩٩٥) .

ومن بين التقنيات التى أتبعت لإنتاج بذور بطاطس حقيقيةٍ ذى نوعيةٍ جيدةٍ ، ما يلى :

١ – الحصول على البذور الحقيقية من نباتات أمهاتٍ نامية من درنات مختبرة لخلوها من الفيروسات، ومزروعةٍ فى جو جاف مائلٍ إلى البرودة، مع توفر فترة ضوئية طويلة ، علمًا بأن الجو الحار لا يناسب الإزهار أو عقد الثمار.

٢ – إضافة النيتروجين بمعدلاتٍ أعلى مما يلزم لإنتاج الدرنات، مع استمرار إضافة النيتروجين خلال مراحل تكوين البذور؛ لتأخير وصول نباتات الأمهات إلى مرحلة الشيخوخة، ولإطالة الفترة التى تكمل خلالها الثمار نموها، علمًا بأن هذه المعاملة قد تؤدى إلى زيادة شدة سكون البذور.

٣ – حصاد ثمار البطاطس الحقيقية بعد اكتمال تكون البذور.

٤ – اتباع الأساليب السليمة فى استخلاص البذور، وتطهيرها سطحيًا ، وتجفيفها، وتخزينها. وتؤدى سرعة تجفيفها إلى زيادة فترة احتفاظها بحيويتها وقوة إنباتها .

٥ – نقع البذور قبل الزراعة فى المحاليل الملحية ذات الضغط الأسموزى العالى (Seed priming)، بدلاً من معاملتها بحامض الجبريلليك (Pallais ١٩٩١).

هذا ... ويحتوى كل ١٠٠جم من البذور – عادةً – على نحو ٩٠٠–١٢٠٠ بذرة.

## سكون البذور

تمر البذور الحقيقية للبطاطس بفترة سكونٍ بعد حصادها لا تنبت خلالها، ويظل إنباتها غير مؤكدٍ حتى بعد تخزينها لفتراتٍ طويلةٍ. كذلك يكون نمو البادرات الناتجة من زراعة البذور الحقيقية بطيئًا .

تُعرف البذور الساكنة بأنها البذور التى يمكنها الإنبات بسهولةٍ فى المجال الحرارى المعتدل فقط ، وهو ١٤–٢٠°م . ومثل هذه البذور لا تصلح للزراعة على نطاقٍ تجاريٍ ؛ لأنها تعد ساكنةً ، ولا يمكنها الإنبات على حرارة تزيد على ٢٧°م أو أعلى من ذلك .

وتتأثر شدة سكون البذور بكلٍّ من التركيب الوراثى والعوامل البيئية قبل حصاد البذور وبعد حصادها . وعمومًا .. فإن بذور الأصناف الثنائية التضاعف diploids – التى تنتشر فى أمريكا الجنوبية – أقل سكونًا من بذور الأصناف الرباعية التضاعف tetraploids .

وقد وجد أن معاملة البذور الحديثة الحصاد بحامض الجبريلليك بتركيز ١٠٠٠ – ٢٠٠٠ جزء فى المليون لمدة ٢٤ ساعة يحفزها على الإنبات، ولكن المعاملة تؤثر تأثيرا سلبيًا على نمو البادرات الناتجة؛ بحيث تكون أشدَّ ضعفا ورهافةً ، وأقل محتوى من المادة الجافة إذا قورنت بالبادرات التى تنتج من البذور غير المعاملة بالجبريلليك . وتمتد فترة سكون البذور الحقيقية فى معظم سلالات البطاطس لفترة تزيد على ستة أشهر بعد حصادها. وتزداد حدة مشكلة إنبات البذور عند زراعتها فى حرارة تزيد على ٢٥ْم ، حتى مع معاملتها بحامض الجبريلليك .

وقد تمكن Pallais وآخرون (١٩٩١) من تحسين إنبات بذور البطاطس فى ظروف الحرارة العالية . وذلك بتخزينها بعد حصادها لفترة تزيد على ١٨ شهرا، مع نقعها قبل الزراعة فى محلول من نترات البوتاسيوم وفوسفات البوتاسيوم (–١,٠ ميجاباسكال –1.0 MPa). وقد كانت معاملة النقع هذه أفضل من معاملة النقع فى حامض الجبريلليك بتركيز ١٥٠٠ جزء فى المليون .

كذلك تمكن Pallais (١٩٩٥ب) من تخليص بذور البطاطس من حالة السكون بتخزينها – وهى تحتوى على ٤,٢٪ رطوبةً على أساس الوزن الجاف – على حرارة ٤٥ْم لمدة شهرين فقط .

## تخزين البذور وحفظ حيويتها

من المعروف أن بذور البطاطس المجففة جيدًا بعد الحصاد يمكن أن تحتفظ بحيويتها لفتراتٍ طويلةٍ ، وصلت فى بعض الدراسات إلى ١٠–١٥ سنة عندما خزنت فى حرارة الغرفة ، وإلى ٢٠ سنة عندما خزنت فى حرارة ٢٠ْم (Malagamba ١٩٨٨).

ويستدل من دراسات Pallais (١٩٩٥أ) على أن أفضل الظروف لحفظ حيوية بذور البطاطس الحقيقية هى بتخزينها على حرارة ٥ْم ، مع خفض نسبة الرطوبة فى البذور – ابتداء – إلى ٣٠٪ ، إلاّ أن هذه المعاملة حافظت – كذلك – على حالة السكون فى البذور.

وبالمقارنة .. أنبتت البذور التى خزنت لمدة ١٨ شهرًا على حرارة ٤٥°م، وهى تحتوى – ابتداءً – على رطوبة ٣٪ على أساس الوزن الجاف .. أنبتت بنسبة ١٠٠٪ فى خلال تسعة أيامٍ من استنباتها. أما البذور التى احتوت على رطوبة بنسبة ٥٪ وخزنت على ٤٥°م، فقد انخفضت نسبة إنباتها إلى أقل من ٥٠٪ خلال ١٨ شهرا، كما فقدت البذور التى احتوت على رطوبة بنسبة ٧٪ وخزنت على ٤٥°م .. فقدت حيويتها كليةً فى خلال ستة شهور من التخزين.

وقد توصل Pallais وآخرون (١٩٩٦) إلى أن بذور البطاطس المجففة جيدًا. والتى يبلغ محتواها الرطوبى على أساس الوزن الجاف ٣,٤٪ – يمكن تخزينها بأمانٍ على حرارة ٤٠°م لمدة تزيد على السنتين – لتخليصها من حالة السكون – دون أن تتأثر حيويتها. وبينما يؤدى تخزينها على حرارة أقل من ذلك إلى بطء تخلصها من حالة السكون، فإن تخزينها على حرارةٍ أعلى من ذلك يسرع من فقدها لحيويتها .

## إنبات البذور

تنبت بذرة البطاطس الحقيقية إنباتًا هوائيًا epigeal ، وتظهر الفلقتان أعلى سطح التربة نتيجةً لاستطالة السويقة الجنينية السفلى hypocotyl . يبرز الجذير من فتحة النقير بالبذرة، ثم ينمو ليكون جذرًا وتديًا لا يلبث أن يتفرع؛ مكونا جذورا جانبيةً كثيرة . وتكون الأوراق الأولى على هذا النبات بيضاوية الشكل، وبها شعيرات كثيرة. وتتكون السيقان الأرضية stolons على النبات وهو ما زال صغيرًا، لا يتعدى طوله سنتيمتراتٍ قليلةً، وتنشأ فى آباط الأوراق الفلقية. تتجه هذه السيقان نحو الأرض لتخترقها، ثم تكوّن بعد ذلك درنات صغيرة فى أطرافها (شكل ٥–٢). وقد تتكون درنات أخرى صغيرة بنفس الطريقة بعد أن تنشأ سيقان أرضية مماثلة من آباط الأوراق الأخرى القريبة من سطح التربة (Cutter ١٩٧٨).

## طرق استعمال البذور الحقيقية فى إنتاج البطاطس

تستعمل بذور البطاطس فى الزراعة بإحدى ثلاث طرق ، كما يلى :

١ – زراعة البذور فى بيئةٍ مناسبةٍ وتحت ظروفٍ مثلى للإنبات والنمو، ثم شتل البادرات فى الحقل ؛ لإنتاج محصول تجارىّ من الدرنات للاستهلاك . ولكن لم يثبت نجاح هذه الطريقة على نطاقٍ تجارىّ .

٢ – زراعة البذور فى بيئةٍ مناسبة وتحت ظروف مثلى للإنبات والنمو، ثم شتل

البادرات بكثافة عالية فى الحقل لإنتاج محصول من درنات البادرات seedling tubers التى يتراوح قطرها بين سنتيمترين وخمسة سنتيمترات. تحصد هذه الدرنات وتخزّن لحين زراعتها فى حقول إنتاج البطاطس التجارية فى موسم الزراعة التالى .

٣ – زراعة البذور فى حقولٍ خاصةٍ تتم حمايتها من الحشرات، وتكون الزراعة بكثافةٍ عالية ، ولكن بمعدل لا يزيد على جرامٍ واحدٍ من البذور الحقيقية لكل مترٍ مربع من الأرض. تعطى الزراعة بهذه الطريقة حوالى ١٠ كيلوجرامات من الدرنات التى يقل قطرها عن ٣ سنتيمترات من كل متر مربعٍ من الحقل؛ وهى كمية تكفى لزراعة نحو ١٠٠م٢ من الحقل التجارى فى الموسم التالى.



شكل (٥–٢) : بادرات بطاطس ناتجة عن زراعة البذور الحقيقية فى المراحل المختلفة لنموها . لاحظ نمو السيقان الجارية فى آباط الأوراق الفلقية ، وبداية تكوُّن الدرنات فى أطرافها (شكل ج ) . ١,٥ ضعف الحجم الطبيعى .

ومن بين هذه الطرق الثلاث للزراعة، فإن الطريقة الأولى فقط هى التى يمكن اعتبارها إكثارًا جنسيًا حقيقيًا للبطاطس؛ لأن الطريقتين الثانية والثالثة تعتمدان على إنتاج جيلٍ من الدرنات التى تستعمل بعد ذلك كتقاو . أما زراعة البذور الحقيقية مباشرةً فى الحقل الدائم، فهى – مثل الطريقة الأولى – غير عمليةٍ وغير ناجحةٍ فى الوقت الحاضر. وإذا نجحت هذه الطريقة مستقبلاً، فإنه يكفى معها استعمال أقل من ١٠٠ جم من البذور لزراعة هكتار من الأرض ، أو نحو ٤٠جم لكل فدان . ولا يزيد ثمن هذه البذور على ١٠٪ من تكلفة تقاوى الدرنات التى تلزم لزراعة مساحةٍ مماثلةٍ من الأرض (Pallais ١٩٩١) .

## زراعة البذور الحقيقية

تزرع البذور الحقيقية فى مشاتل حقليةٍ تتكون مهادها – حتى عمق ٢٥–٣٠سم – من الرمل والبيت موس، وتكون زراعة البذور بكثافةٍ عاليةٍ بحيث يتبقى بعد الخف حوالى ١٠٠ نبات فى كل مترٍ مربعٍ من أرض المشتل ، ويفضل أن تكون على أبعاد ١٠x١٠سم من بعضها البعض ، وعندما تكون الظروف مثلى للنمو فإنه يمكن الحصول على حوالى ١٥٠٠ درنةٍ صالحةٍ للاستعمال من كل مترٍ مربع . وعند الزراعة بهذه الكثافة تزداد نسبة الدرنات المتحصل عليها التى يزيد وزنها على ٢٠ جرامًا ، مقارنةً بالدرنات المنتجة فى الزراعات الأشد كثافةً من ذلك (عن Malagamba ١٩٨٨) .

وعند زراعة بذور البطاطس الحقيقية، فإن كل مترٍ مربعٍ من الأرض ينتج – فى المتوسط – حوالى ٣,٣ كجم من الدرنات الصغيرة (Solanke & Nankar ١٩٩٣) .

وقد تمكن Batra وآخرون (١٩٩٤) من زيادة عدد الدرنات المتكونة على البادرات الناتجة من زراعة بذور حقيقية بغمر جذور البادرات – وهى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الرابعة إلى الخامسة – فى محلولٍ بادئٍ يحتوى إلى جانب العناصر السمادية (٥,٣٢ جم فوسفات الأمونيوم ، و ٢,٦٦ نترات البوتاسيوم/لتر) على إندول حامض البيوتريك بتركيز ٥–١٠ أجزاءٍ فى المليون .

## شتل البادرات البذرية

عند شتل البادرات الناتجة من زراعة بذورٍ حقيقيةٍ – بهدف إنتاج محصول من الدرنات التى تستعمل كتقاوٍ – فإنه تفضل زراعتها على مسافة ١٠ سم من بعضها البعض فى خطوط تبعد عن بعضها بمقدار ٤٠سم (Kamla Singh ١٩٩٤) .

ويكون شتل بادرات البطاطس – عادةً – بعد نحو ١٠–١٢ أسبوعاً من زراعة البذور. وإذا توافرت الإمكانات فإنه يفضل تفريد البادرات بعد أسبوعين من الإنبات في صوانٍ بلاستيكية (شتّالات) تبقى فيها لحين شتلها فى الحقل الدائم . ويفيد هذا الإجراء في عدم إهدار بعض الشتلات ؛ لانتفاء الحاجة إلى عملية الخف، كما تفيد فى إنتاج شتلات قوية لا تتأثر بصدمة الشتل .

## إكثار درنات البادرات البذرية

على الرغم من أن درنات البادرات البذرية Seedling Tubers قد يمكن استعمالها فى الزراعة مباشرةً، إلا أنها غالبًا ما تكثر أولاً لإنتاج جيل جديدٍ من محصول الدرنات التى تستعمل – بدورها – فى الزراعة . ويحتاج النبات إلى حوالى ١٢٥– ١٣٥ يوما من وقت زراعة درنات البادرات إلى حين حصادها .

## عمليات الخدمة الزراعية

### معاملات مبيدات الحشائش

يتعين استعمال مبيدات الحشائش فى أحواض زراعة البذور؛ نظرًا لأن بادرات البطاطس بطيئة النمو للغاية ، ولا يمكنها منافسة الحشائش . وتتم المعاملة بالمبيدات قبل زراعة البذور بنحو أسبوعين ؛ لتجنب أية تأثيرات سلبية محتملة على نمو بادرات البطاطس من جراء عملية المعاملة. ومن المبيدات المستعملة فى هذا الشأن ما يلى :

| | |
|---|---|
| metribuzin | diphenamid |
| trifluoromethyl | trifluralin |
| napropamide | alachlor |
| pebulate | EPTC |

كذلك يمكن رش بادرات البطاطس فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية أو الثالثة بمبيد متريبوزين metribuzin بمعدل ٠,٣ – ٠,٥ كجم من المادة الفعالة للهكتار (٠,١٢٥ – ٠,٢ كجم للفدان) (عن Martin ١٩٨٨). ويمكن أن تستعمل فى الحقول التى تشتل فيها بادرات البطاطس المبيدات نفسها التى سبق بيانها، وكذلك كل من pendimethalin ، و metolachlor (عن Martin ١٩٨٨) .

## الحماية من الحشرات الناقلة للفيروسات

تؤدى حماية المساحات الحقلية المزروعة بالبذور الحقيقية من الحشرات – باستعمال أغطية ذات ثقوب دقيقةٍ غير منفذة لها – إلى خلو النباتات من مختلف الإصابات الفيروسية. وقد وجد El-Hammady وآخرون (١٩٩٥) أن استعمال الدرنات الصغيرة الناتجة من هذه النباتات المغطاة – فى الزراعة – أعطى محصولاً أعلى بنسبة ٢٢٪، مقارنةً باستعمال درنات ناتجةٍ من نباتات غير مغطاة ، كما أعطت التقاوى الأولى نباتات خاليةً من الإصابات الفيروسية .

## مشاكل إنتاج البطاطس باستعمال البذور الحقيقية فى مصر

يؤدى بطء نمو البادرات التى تنتج عند زراعة بذور البطاطس الحقيقية إلى جعلها شديدة الحساسية للظروف البيئية المعاكسة ؛ الأمر الذى يحد من قدرتها على إنتاج الدرنات الصغيرة . وعند اختبار مختلف مواعيد الزراعة فى مصر، وجد أن المواعيد المبكرة من العروة الخريفية لم تكن مناسبةً بسبب شدة ارتفاع درجة الحرارة عند الزراعة، الأمر الذى أدى إلى نقص نسبة إنبات البذور وضعف نمو البادرات. كذلك لم تكن المواعيد المتأخرة من العروة الخريفية مناسبةً ؛ بسبب انخفاض درجة الحرارة ليلاً مع قِصر الفترة الضوئية بعد الزراعة بفترة وجيزة؛ الأمر الذى أدى إلى سرعة وضع الدرنات قبل تكوّن نموٍ خضرىٍ مناسب . كذلك لم تكن الزراعة فى العروة الربيعية مناسبةً ؛ بسبب انخفاض درجة الحرارة مع قِصر الفترة الضوئية عند الزراعة؛ الأمر الذى أدى إلى حدة المنافسة بين النمو الخضرى والدرنات المتكونة على الغذاء المجهز. هذا .. إلا أن محصول الدرنات عند الزراعة فى هذا الموعد كان أفضل من غيره ، وخاصةً مقارنة بالزراعة فى الموعد الربيعى المتأخر الذى صاحبته درجات حرارة شديدة الارتفاع فى شهرى مايو يونيو ؛ الأمر الذى حدّ من توافر الغذاء المجهز للتخزين فى الدرنات (Engels وآخرون ١٩٩٣أ) .

وقد تمكن الباحثون (Engels وآخرون ١٩٩٤) من التغلب على هذه المشكلة بشتل البادرات الناتجة من زراعة البذور الحقيقية ؛ حيث تغلبت النباتات على صدمة الشتل خلال خمسة أيامٍ من الزراعة فى الحقل – فى العروة الخريفية – وأعطت محصولاً من الدرنات تراوح بين ١٢ طنًا و ١٦ طنًا للهكتار . وبالمقارنة .. لم تكن عملية الشتل مناسبةً فى العروة الربيعية التى سادتها حرارة منخفضة وفترة ضوئية قصيرة فى بداية حياة النبات؛ الأمر الذى حفّز وضع الدرنات فى المشتل ذاته قبل إجراء عملية الشتل .

ولقد وجد Engels وآخرون (١٩٩٥) أن بادرات البطاطس التى تنتج من زراعة البذور الحقيقية فى شهر يناير فى مصر (العروة الصيفية) تبدأ فى وضع درناتها قبل أن تبلغ خمسة سنتيمترات طولاً؛ بسبب انخفاض درجة الحرارة وقصر الفترة الضوئية فى هذا الوقت من العام . وقد ترتب على وضع الدرنات فى تلك المرحلة المبكرة من النمو ضعف شديد فى نمو النباتات وانخفاض شديد فى محصولها من الدرنات، ولم يُجْدِ شتلها فى تأخير وضعها للدرنات. هذا .. إلاّ أن زيادة طول الفترة الضوئية فى المشتل باستعمال إضاءة ضعيفة من لمبات التنجستين أخّر كثيرا من وضع الدرنات ، وأدى إلى زيادة محصول الدرنات إلى الضعف، مقارنةً بمحصول الشتلات التى لم تتعرض لهذه المعاملة .

كما أجرى Engels وآخرون (١٩٩٣ب ، ١٩٩٣ج) دراسات على إنتاج محصول من درنات البطاطس بزراعة درنات البادرات Seedling tubers (التى حُصِل عليها من زراعة البذور الحقيقية لنسل هجينين جنسيين) تحت الظروف المصرية. كانت زراعة درنات البادرات إما فى يناير (عروة صيفية)، وإما فى سبتمبر (عروة خريفية) ، وتراوح وزن الدرنات بين ٠,٥ جم و ٣٥ جم بالنسبة لدراسات النمو الخضرى، وبين ٠,٥ جم و > ٢٠جم بالنسبة لدراسات المحصول وصفات الدرنات الناتجة، بينما تراوحت كثافة الزراعة بين ٥,٣ و٢١,٢ درنة / م$^2$. وقد توصل الباحثون إلى أن درنات البادرات الصغيرة كانت أكفأ كثيرًا من الدرنات الكبيرة فى إنتاج السيقان بالنسبة لكل وحدة وزنٍ من الدرنة المزروعة، ولكن تلك السيقان كانت أضعف نموًا من السيقان التى أنتجتها الدرنات الكبيرة؛ الأمر الذى جعلها أقل قدرة على تصنيع الغذاء . وقد ترتب على ذلك أن قدرة درنات البادرات على إنتاج محصول من الدرنات الصالحة للتسويق انخفض بنقص وزن درنة البادرة المزروعة.

## استخدام الدرنات الصغيرة (الميني والميكرو) فى إنتاج البطاطس

اتجهت بعض الدراسات نحو إنتاج البطاطس باستعمال الدرنات الصغيرة minitubers ، والدرنات الصغيرة جدًّا microtubers كتقاوٍ . وبينما لا يتحصل على الدرنات الصغيرة جدًّا إلاّ من مزارع الأنسجة ، فإن الدرنات الصغيرة يتحصل عليها من كلٍّ من الزراعات العادية، وزراعات البذور الحقيقية، وزراعات الأنسجة، ولكن هذه الدرنات تتباين فى أحجامها حسب مصدرها . فيمكن الحصول على درناتٍ صغيرةٍ minitubers من حقول

إنتاج تقاوى البطاطس العادية؛ وذلك بفرز الدرنات التى يقل قطرها عن سنتيمترين ، وقد تبين أن الدرنات التى يقل وزنها عن خمسة جرامات (وحتى ١٥ جرامًا أحيانًا) تنبت متأخرة قليلاً ، ويكون نموها الخضرى أقل مما فى حالة الدرنات الأكبر حجمًا ، ولكن الدرنات التى يزيد وزنها على ١٥ جرامًا لم تختلف فيما بينها فى سرعة الإنبات أو فى حجم النمو الخضرى (Allen وآخرون ١٩٩٢).

وقد سبقت مناقشة موضوع إنتاج البطاطس من الدرنات الصغيرة الناتجة من زراعة البذور الحقيقية .

ولكن عندما تذكر البطاطس الصغيرة، فإنه يقصد بها غالبًا تلك التى تُنتج فى مزارع الأنسجة ، وهى تستعمل فى برامج إنتاج تقاوى البطاطس فى بداية عملية الإكثار ، إلاّ أنه جرت محاولات لاستعمالها فى الإنتاج التجارى للبطاطس بصورة مباشرة. وقد وجد Melching وآخرون (١٩٩٣) أن تغليف هذه الدرنات الصغيرة بمخلوط مُرّطب من البيت موس مع الفيرميكيوليت أدى إلى زيادة المحصول الناتج من زراعتها بمقدار ٤٤٪ عن المحصول الناتج من زراعة درنات صغيرة بدون تغليف. كذلك أدت الزراعة على مسافات ضيقةٍ وزراعة درنتين فى كل جورةٍ إلى زيادة المحصول بمقدار ٣٥٪، و ٢٠٪ على التوالى. وبمقارنة أحجامٍ مختلفة من الدرنات الصغيرة (٠,١٣ – ٠,٢٥جم، و ٢,٠٠–٣,٩٩جم) مع الدرنات العادية، كانت الدرنات الصغيرة الأكبر حجمًا أكثر تجانسًا فى الإنبات ، وأسرع نموًا، وأعلى محصولاً، ولكنها كانت اقل فى تلك الصفات من الدرنات العادية . وقد أعطت جميع الدرنات الصغيرة نباتات بساقٍ واحدة (Lommen & Struik ١٩٩٤)، كما كانت الدرنات الصغيرة الأصغر حجما أبطأ إنباتًا وأضعف نموًا من الدرنات الصغيرة الأكبر حجمًا (Lommen ١٩٩٤) .

وقد قارن Ranalli وآخرون (١٩٩٤) زراعة البطاطس باستعمال الدرنات الصغيرة جدًا microtubers والدرنات الصغيرة minitubers ، مقارنةً بالدرنات العادية، مع استعمال مسافتين بين خطوط الزراعة ؛ هما : ٦٠سم ، و ٩٠سم . وقد وجد الباحثون أن النمو النباتى لم يغطِّ سطح التربة بصورةٍ كاملةٍ – تقريبًا – إلا عند استعمال الدرنات العادية فى الزراعة ؛ علمًا بأن الغطاء النباتى قلّ بنقص وزن الدرنات المستعملة فى الزراعة . وكان المحصول ٥٠,٨ ، ٣١,٧ ، ١٧,٠ طنًا للهكتار (كمتوسط لمسافتى الزراعة) عند استعمال الدرنات العادية، والصغيرة ، والصغيرة جدًا على التوالى .

وكان المحصول جوهريًا بين المسافتين فى حالة استعمال الدرنات الصغيرة جدًا والصغيرة فقط ؛ حيث بلغ ٢٧,٣ ، و ٦,٧ طنًا فى حالة الدرنات الصغيرة جدًا ، و ٣٨,٩ ، و ٢٤,٤ طنًا للهكتار فى حالة الدرنات الصغيرة عند الزراعة فى خطوط تبعد عن بعضها البعض بمسافة ٦٠ ، و ٩٠سم على التوالى. كما بلغ متوسط عدد الدرنات الناتجة من المتر المربع ١٠٧,٨ ، و ١٢٢,١ ، و ١٤٢,٩ درنة عند استعمال الدرنات الصغيرة جدًا ، و الدرنات الصغيرة، و الدرنات العادية – على التوالى – فى الزراعة . وقد اختلفت أحجام الدرنات المتحصل عليها باختلاف أحجام درنات التقاوى؛ حيث أعطت التقاوى الصغيرة نسبةً أعلى من محصول الدرنات الصغيرة .

وأوضحت دراسات Désiré وآخرون (١٩٩٥أ) أن محصول الدرنات ازداد بزيادة كل من حجم الدرنات ( الصغيرة جدًا المتحصل عليها من زراعات الأنسجة ) بين ٣ و ٩مم، وعمرها الفسيولوجى (بتخزينها لفترات مختلفة بعد إنتاجها) بين ١٤ و٥١ أسبوعا، كما ازداد عدد الدرنات المتحصل عليها بزيادة كثافة الزراعة بين ٣٧ و ٤٠٠ درنة صغيرة جدا بكل متر مربع .

وعمليًا .. يفضل استعمال الدرنات الصغيرة جدًا فى إنتاج محصول من الدرنات التى يمكن استعمالها فى الزراعة ؛ وذلك بزراعتها بمعدل حوالى ٣٠ درنةً صغيرة جدًا لكل متر مربعٍ . تعطى الزراعة بهذه الطريقة محصولاً من الدرنات الصغيرة التى تصلح كتقاوٍ يتراوح بين ٠,٦٦ و ٣,٨٠ كجم/م$^2$ حسب الصنف (Vecchio وآخرون ١٩٩١ ب) .

الفصل السادس

# عمليات الخدمة الزراعية

## الترقيع

تعتبر عملية الترقيع أولى عمليات الخدمة الزراعية، ويعنى بها إعادة زراعة الجـــور الغائبة ؛ أى التى لم تنبت فيها قطعة التقاوى . ويتم ذلك بحفر الجور الغائبة وإزالة قطعة التقاوى غير النابتة ، ثم وضع قطعة تقاو أخرى سبق تنبيتها فى مكانها . ويكون ذلك قبل الرية الثانية بعد الزراعة غالبًا . ولا تجرى عملية الترقيع إلا فى أجزاء الحقل التى تقـــل فيها نسبة الإنبات عن ٩٠٪. أما عند زيادة نسبة الإنبات عن ذلك، فإن النباتات الموجودة يمكنها أن تشغل الحيز الذى تركته الجور الغائبة .

## العزق وإقامة الخطوط

تجرى عملية العزق فى البطاطس لهدفين رئيسين ؛ هما : التخلص من الحشـــائش، والردم حول النباتات. وأهم ما تجب مراعاته عند إجراء العزق هو أن يكون سطحيًا قـــدر الإمكان حتى لا تتقطع جذور النباتات ، وأن يكون سن الفأس أو العازقات الآلية بعيدًا عن النباتات ، وأن تزداد هذه المسافة مع تقدم النباتات فى العمر . ويكتفى عادةً بعزقتيـــن أو ثلاث عزقات؛ لأن كثرة العزق تساعد على زيادة انتشار الإصابات الفيروسية فى الحقـــل. ويجب أن يتوقف العزق عند خلو الأرض من الحشائش، أو عند كبر النباتات فى الحجـــم؛ حتى لا تتضرر الجذور والنموات الخضرية، كما أن كثرة مرور الجرارات يؤدى فى حالـــة العزق الآلى إلى انضغاط التربة، برغم أن المحاريث تفكك الطبقة السطحية .

ويتعين – عند إقامة الخطوط آليًا – أن يكون مقطع (بروفيل) الخط مناســبًا ؛ فيكــون بارتفاع حوالى ٢٥ سم ، وذا قمةٍ عريضةٍ " مدوّرة " ؛ حيث يسمح هذا الشكـــل بوضــع الدرنات تحت طبقةٍ سميكةٍ نسبيًا – من التربة . وتكرر هذه العملية مرة أخـــرى وأخــيرة حينما يبلغ ارتفاع النباتات حوالى ١٥سم ؛ أى فى وقت إضافة النيتروجين. وفـــى هـــذه

المرة تكافح الحشائش، وتعدّل الخطوط إلى ارتفاعها النهائى . وعلى الرغم من تساوى الارتفاع النهائى للخطوط فى العروتين الصيفية والخريفية ، فإنها تكون فى البداية أقل ارتفاعًا فى العروة الصيفية التى يسودها جو بارد عند الزراعة ، عنها فى العروة الخريفية التى يسودها جو حار عند الزراعة . وفى الواقع أن الخطوط تقام فى العروة الخريفية كاملةً منذ البداية ، ويكون الهدف من المرة الثانية هو إعادة تشكيل ما تهدم منها .

## مكافحة الحشائش بالمبيدات

تستعمل مبيدات الحشائش فى أى من أربعة مواعيد – حسب الحالة – كما يلى :

### أولاً : مبيدات تستعمل قبل الزراعة

إن أفضل وقتٍ للمعاملة بالمبيدات لأجل التخلص من الحشائش المعمرة ( مثل النجيل ) هو قبل الزراعة بفترة طويلة . ويتطلب الأمر رى الحقل قبل الزراعة بعدة أسابيع؛ لتحفيز نمو الحشائش من ريزوماتها الساكنة، وإنبات البذور الموجودة فى التربة. ويستعمل المبيد الجهازى غير الاختيارى جلايفوسيت glyphosate ( الاسم التجارى روند أب Round-up) –رشًا – عندما يبلغ نمو الحشائش ١٥–٢٠سم طولاً؛ حيث تكون فى أوج نشاطها. ينتقل المبيد – حينئذٍ – بسرعة من الأوراق إلى الريزومات؛ حيث يؤدى مفعوله . ويجب تجنُّب رى الحقل لمدة ٦ ساعات بعد المعاملة .

كذلك يمكن استعمال المبيد الاختيارى 4-chloro–2–methylphenoxyacetic acid (اختصاراً : MCPA) فى التخلص من الحشائش ذات الفلقتين قبل الزراعة . ويشترط استعماله بنفس طريقة استعمال المبيد روند أب؛ لأنه يمتص عن طريق الأوراق، ولا يعطى أثوى تأثير له إلا عندما تكون الحشائش فى أوج نشاطها .

### ثانياً : مبيدات تستعمل بعد الزراعة

إن إثارة التربة أثناء إعداد الحقل للزراعة يحفز نمو بذور الحشائش بشدة، والتى يمكن القضاء عليها – بسهولة – بالمعاملة بالمبيدات بعد أيامٍ قليلةٍ من زراعة التقاوى (بعد ٢–٣ ريات فى الأراضى الرملية)، وقبل إنباتها. تبقى المبيدات التى ترش على سطح التربة فى السنتيمترين إلى الثلاثة سنتيمترات العلوية من التربة؛ حيث تعمل على قتل

بذور الحشائش التى تبدأ فى الإنبات ، ولكنها لا تتخلل التربة إلى حيث توجد الدرنات المزروعة .

ومن المبيدات التى يمكن استعمالها فى هذه المرحلة (تستعمل المعدلات العالية فى الأراضى الثقيلة)، ما يلى :

١ – متوبروميرون Metobromuron (الاسم التجارى باتوران Patoran): يستعمل بمعدل ٣–٤ كجم/هكتار (١,٢٥ – ١,٧ كجم/فدان)، ويؤدى إلى قتل البذور النابتة، وكذلك البادرات، ولكنه قد يؤثر سلبيًا على محصول البطاطس .

٢ – لنيورون Linuron ( الاسم التجارى أفالون Afalon ) : يستعمل بمعدل ١,٢٥–٢,٥٠ كجم/هكتار (٠,٥ – ١,٠ كجم/فدان)، ويؤثر بصفة خاصة على الحشائش العريضة الأوراق. ويراعى أن يكون استعمال هذا المبيد قبل إنبات بذور الحشائش.

٣ – مونولينورون Monolinuron ( الاسم التجارى : أريسين Aresin ) : يستعمل بمعدل ١–٣ كجم/هكتار (٠,٤ – ١,٢كجم/فدان)، ويؤثر بصفة خاصة على النجيليات. ويراعى أن يكون استعمال هذا المبيد – مثل المبيد السابق – قبل إنبات بذور الحشائش .

٤ – مخلوط اللنيورون مع المونولنيورون ( الاسم التجارى: أفارين Afarin) : يستعمل بمعدل ١,٥–٣ هكتار (٠,٦ – ١,٢٥ كجم/فدان) ؛ للتخلص من كل الحشائش العريضة الأوراق والنجيليات .

### ثالثاً : مبيدات تستعمل قبل الإنبات

يستعمل فى هذه المرحلة مبيدات تؤثر بالملامسة، وأنسب وقت للمعاملة بها هو قبل بزوغ النبت الجديد للبطاطس مباشرةً . ومن الطبيعى أن نبت البطاطس الذى يظهر قبل المعاملة بالمبيد سوف يضار منه؛ مثله فى ذلك مثل الأعشاب الضارة تمامًا؛ حيث تحترق أوراقه أو يتغير لونها، ولكن مع توفر مخزونٍ من الغذاء فى قطعة التقاوى ، فإن النمو سريعًا ما يتجدد .

وتستخدم مبيدات الملامسة هذه – غالبًا – لمكافحة الحشائش الحولية العريضة الأوراق. ومن أمثلتها : دكوات diquat (الاسم التجارى : رجلون Reglone) ، والدينوسب

dinoseb بتحضيراته المختلفة. ويشيع المعاملة بهذه المبيدات لأجل التخلص من الحشائش الحديثة الإنبات فى الأراضى الرملية.

## رابعاً : مبيدات تستعمل بعد الإنبات

من أهم المبيدات التى تجرى المعاملة بها بعد الإنبات، وفى وجود النموات الخضرية للبطاطس ، ما يلى :

١ - المبيد fluazifop-p-butyl (الاسم التجارى : فيوزليد Fusilade)، وهو متخصص على النجيليات، ولا يؤثر على الحشائش العريضة الأوراق ، ولا يضر بنباتات البطاطس . وللحصول على أقوى تأثير للمبيد ، فإن المعاملة به تجب إجراؤها حينما يكون بالحشيشة من ٣-٥ أوراق ، وعندما يكون ارتفاع نبات النجيل ٢٠سم على الأقل. وتتراوح الجرعة المناسبة منه بين ١,٥ و ٣ لترات/هكتار (٠,٥- ١,٢٥ لتر/فدان) فى كمية مناسبة من الماء تتراوح بين ٤٠٠ و ٥٠٠ لتر/هكتار (١٥٠-٢٠٠ لتر/فدان)، علماً بأن الجرعة العالية ضرورية للتخلص من النجيل .

٢ - المبيد متريبوزين metribuzine (الاسم التجارى سنكور Sencor): وهو مبيد جهازى متخصص على الحشائش العريضة الأوراق، ويستعمل بمعدل ٠,٢٥ لتراً/هكتار (حوالى ٨٠ مل/فدان)، أو نحو ٣٠٠ جم من مسحوق المبيد القابل للبلل للفدان، وعلى الرغم من أنه المبيد الوحيد الذى يمكن استعماله فى وجود نباتات البطاطس لقتل الحشائش العريضة الأوراق، فإنه قد يُضعف نمو البطاطس لعدة أسابيع . ولا يجب استعمال هذا المبيد فى حقول البطاطس المخصصة لإنتاج التقاوى ؛ لأنه قد يغير مظهر النموات الخضرية إلى الحد الذى يستحيل معه إجراء عملية التفتيش الحقلى للتأكد من نقاوة الصنف .

وإذا امكن حماية نباتات البطاطس أثناء المعاملة بالمبيد، فإنه يمكن استعمال المبيدات المؤثرة بالملامسة (Van der Zaag ١٩٩١). ويذكر Ahmed & Kandeel (١٩٩١) أنه أمكن استعمال المبيد لنيرون linuron - بمعدل ٠,٧٥ كجم/فدان - بنجاح فى مكافحة الحشائش العريضة الأوراق فى حقول البطاطس فى المراحل المبكرة للإنبات .

ولمزيدٍ من التفاصيل يراجع Univ. Calif. (١٩٨٦) بخصوص حشائش البطاطس ، و Makepeace & Holroyd (١٩٧٨) بخصوص مكافحة الحشائش فى حقول البطاطس .

## الـــرى

تعد البطاطس من الخضر الحساسة للرطوبة الأرضية ؛ حيث يؤدى الجفاف أو زيـــادة الرطوبة أو عدم انتظامها إلى إحداث أضرار كبيرة بالنباتات. ويعتبر الرى الخفيف علـــى فترات متقاربة أفضل من الرى الغزير على فترات متباعدة ؛ فيفضـــل دائمـًــا رى حقـــول البطاطس كلما وصلت الرطوبة فى الخمسة عشر سنتيمترات العلوية من التربة إلـــى ٥٠٪ من السعة الحقلية. وبينما لا يختلف ذلك عن الرى كلما وصلت الرطوبة فى هذه الطبقـــة إلى ٧٥٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية، فإن الانتظار لحين وصولـــها إلـــى ٢٥٪ مـــن الرطوبة عند السعة الحقلية له جوانبه السلبية على النمو، والمحصول، وصفات الجـــودة (Smith ١٩٨٦). ويكون نبات البطاطس أحوج ما يكون إلى توافر الرطوبة الأرضية خلال مرحلة تكوين المدادات (السيقان الأرضية) وبداية تكوين الدرنات .

### الأعماق التى تحصل منها جذور البطاطس على الرطوبة الأرضية

على الرغم من أن نبات البطاطس المتقدم فى النمو يمتص جزءا من احتياجاته مـــن الرطوبة من أعماق كبيرة تصل إلى ١٢٠سم ، إلا أن الجزء الأكبر من الرطوبة (حوالـــى ٦٠٪ من احتياجات النبات) تقوم الجذور بامتصاصه من الثلاثين سنتيمترا العلويـــة مـــن التربة. وتلك هى الطبقة التى يجب الاهتمام بزيادة محتواها من الرطوبـــة إلـــى السـعة الحقلية عند كل رية . ويبين جدول (٦-١) نسبة ما تمتصه نباتات البطاطس من الرطوبة من الأعماق المختلفة فى كل من الأراضى الثقيلة والصفراء (الطمييـــة) الرمليـــة ( عـــن مرسى ونور الدين ١٩٧٠) .

جدول (٦-١) : نسبة ما يمتصه نبات البطاطس من الرطوبة من الأعماق المختلفة .

| قوام التربة | نسبة امتصاص النبات لاحتياجاته من الرطوبة من عمق (سم) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | حتى ٣٠ | ٣٠-٦٠ | ٦٠-٩٠ | ٩٠-١٢٠ |
| ثقيلة | ٦٥ | ٢٥ | ٨ | ٢ |
| صفراء (طميية) رملية | ٥٧ | ٢٣ | ١٣ | ٧ |

### الاحتياجات المائية للبطاطس

تتوقف تقديرات احتياجات البطاطس من الرطوبة الأرضية على كلٍ من معدل التبخـــر من سطح التربة والأسطح النباتية المبتلة بمياه الرى (فى حالة الرى بـــالرش)، ومـــدى

انتشار النمو الخضرى معبرا عنه بالنسبة المئوية من التربة المغطاة بالنمو النباتى. ويقدر النتح – الذى يتوقف على الظروف الجوية السائدة من حرارة ورطوبة نسبية – بما يعرف باسم Class-A Pan Evaporation ، وهى قيمة تعطى الرمز $E_0$ ، وتقدر بمعرفة المختصين بالأرصاد الجوية. أما مدى انتشار النمو الخضرى فإنه يتوقف – كذلك – على الظروف الجوية السائدة من حرارة وإضاءة .

ويعبر عن احتياجات البطاطس من مياه الرى بقيمة تعرف باسم النتح التبخرى المتوقع أو المرتقب potential evapotranspiration ، وتعطى الرمز Epot ، وتقدر بالمعادلة التالية :

$$Epot = f.\ E_0$$

حيث أن قيمة f تتوقف على كلٍ من معدل التبخر السطحى، والمحصول المزروع، ومدى انتشار نموه الخضرى ، والمدة بين الريات ( وخاصة قبل الإنبات وبعده ما يبقى النمو الخضرى محدود الانتشار). إلا أن قيمة f تعتمد – قبل الإنبات – على مدى إبتلال سطح التربة فقط. وتقدر هذه القيمة لكل محصول فى مختلف العروات الزراعية – بمعرفة المختصين . فمثلاً ... تراوحت قيمة f المقدرة للبطاطس فى المملكة العربية السعودية بين ٠,٣ و ٠,٨ فى العروة الصيفية، وبين ٠,٥ و ٠,٧ فى العروة الخريفية (جدول ٦-٢، عن Van der Zaag ١٩٩١).

جدول (٦-٢) : قيمة f المقدرة للبطاطس فى العروتين الصيفية والخريفية فى المملكة العربية السعودية .

| العروة | الشهر | الغطاء النباتى (٪) | f |
|---|---|---|---|
| الصيفية | ديسمبر | صفر | ٠,٣ |
| | يناير | ١٠ | ٠,٤ |
| | فبراير | ٤٠ | ٠,٦ |
| | مارس | ٨٠ | ٠,٨ |
| | أبريل | ٨٠ | ٠,٨ |
| الخريفية | سبتمبر | صفر | ٠,٥ |
| | أكتوبر | ٢٥ | ٠,٥ |
| | نوفمبر | ٥٠ | ٠,٥ |
| | ديسمبر | ٨٠ | ٠,٧ |
| | يناير | ٨٠ | ٠,٧ |

وبناءً على ما تقدم بيانه، فإن كمية المياه التى تلزم لرى البطاطس يوميًا تتراوح بين ملليمترٍ واحد، و١٣ مم للهكتار (١٠-١٣٠م$^{3}$ للهكتار أو نحو ٤,٢٥ - ٥٥م$^{3}$ للفدان) فى العروة الصيفية، وبين ٣ و ٩ مم للهكتار (٣٠-٩٠ م$^{3}$ للهكتار أو نحو ١٢,٥-٣٧,٥م$^{3}$ للفدان) فى العروة الخريفية فى منطقة عنيزة بالمملكة العربية السعودية (شكل ٦-١) .

وقد قدرت الاحتياجات الكلية من مياه الرى لمحصول البطاطس فى تلك المنطقة - بناءً على ما تقدم بيانه بنحو ٦١٠ مم/هكتار (حوالى ٢٥٠٠م$^{3}$ للفدان) فى العروة الربيعية، ونحو ٤٧٥ مم/هكتار (حوالى ٢٠٠٠م$^{3}$ للفدان) فى العروة الخريفية . ويرجع الفرق الكبير فى الاحتياجات المائية بين العروتين إلى الزيادة الكبيرة التى تطرأ على النتح التبخرى فى النصف الثانى من حياه النبات فى العروة الربيعية (مارس وأبريل)؛ مقارنةً بما يكون عليه الحال فى مرحلة النمو ذاتها فى العروة الخريفية (نوفمبر - يناير) .

مم / يوم

| الشهر | ديسمبر | يناير | فبراير | مارس | أبريل |
|---|---|---|---|---|---|
| الغطاء النباتى (٪) | صفر | ١٥ | ٤٠ | ٨٠ | ٨٠ |

| الشهر | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | يناير |
|---|---|---|---|---|---|
| الغطاء النباتى (٪) | صفر | ٢٥ | ٥٠ | ٨٠ | ٨٠ |

المحور الرأسى: ٢، ٤، ٦، ٨، ١٠، ١٢، ١٤

الغطاء النباتى ( ٪ )

شكل (٦-١) : تقديرات الاحتياجات المائية اليومية (        ) لحقول جيدة النمو من البطاطس فى العروة الربيعية (A) ، والخريفية (B)، ومتوسط التبخر السطحى Class-A Pan Evaporation (        ) فى منطقة عنيزة بالمملكة العربية السعودية.

وبالمقارنة .. فقد قدرت الاحتياجات المائية البطاطس فى مصر بنحو ٥٦٥ مم/هكتار (حوالى ٢٣٥٠م٣ للفدان) فى العروة الربيعية ، و ٣٤٠ مم/هكتار ( حوالى ١٤٠٠م$^{3}$ للفدان) فى العروة الخريفية، بينما بلغت تقديرات الاحتياجات المائية للبطاطس فى هولندا بنحو ٢٥٠-٣٥٠ مم/هكتار (حوالى ١٠٠٠-١٤٥٠ م$^{3}$ للفدان). ويقابل هذا التناقص الملحوظ فى الاحتياجات المائية المقدرة للبطاطس فى كل من المملكة العربية السعودية ،

و مصر ، وهولندا – على التوالى – إلى تناقص مواز فى النتح التبخرى المقدر للمحصول فى كل دولة منها .

# تأثير الرطوبة الأرضية على نمو وتطور البطاطس

## تأثير نقص الرطوبة الأرضية

يؤدى تعرض نباتات البطاطس إلى نقص شديد فى الرطوبة الأرضية إلى ضعف نموها، وتصبح الوريقات صغيرة ، وضيقة ، وملعقية الشكل ، وتتلون باللون الأخضر القاتم ، ويقل المحصول. فمثلاً .. ادى نقص الرطوبة الأرضية إلى نقص معدل نمو أوراق البطاطس ؛ ومن ثم نقص مساحتها النهائية (Jefferies ١٩٩٣)، كما أدت ظروف الجفاف إلى نقص كل من معدل نمو المجموع الخضرى للنبات ، والحد الأقصى لدليل مساحة الورقة Leaf Area Index (Jefferies & Mackerron ١٩٩٣).

وقد بلغ التأثير السلبى لنقص الرطوبة الأرضية على النمو الخضرى لنبات البطاطس – متمثلاً فى طول النبات – حده الأقصى حينما كان النقص فى الرطوبة خلال المراحل الأولى للنمو النباتى بين بزوغ النباتات والإزهار ، بينما لم يكن لنقص الرطوبة الأرضية تأثير يذكر عندما حدث قبل الإنبات (Zrust ١٩٩٥) .

كذلك يزداد التأثير السلبى لنقص الرطوبة الأرضية على محصول الدرنات إذا حدث النقص فى بداية موسم النمو، أو فى منتصفه عما لو حدث فى نهايته (Lynch وآخرون ١٩٩٥) .

وقد صاحب نقص الرطوبة الأرضية بمقدار ٢٠٪ ، أو ٥٠٪ ، أو ٧٠٪ من السعة الحقلية تأخير متزايد فى نمو وتطور نبات البطاطس، مع زيادة تدريجية فى مقاومة الثغور، ونقص تدريجى فى معدل البناء الضوئى . ووجد ارتباط شديد موجب بين المحصول ومعدل البناء الضوئى ، واخر سالب بين المحصول ومقاومة الثغور؛ الأمر الذى يمكن معه الاستدلال على مستوى الرطوبة الأرضية من أى من تلك الصفتين (Steyn وآخرون ١٩٩٢أ ). وقد أعطت المعاملة الأولى (الرى كلما استنفذ ٣٠٪ من الماء الميسر للنبات) أعلى محصول كلى ، بينما أعطت المعاملة الثانية (الرى كلما استنفذ ٥٠٪ من الماء الميسر للنبات) أعلى كفاءة استخدام لمياه الرى، وأعطت المعاملة الأخيرة (الرى كلما استنفذ ٧٠٪ من الماء الميسر للنبات ) أقل محصول كلى، و أعلى نسبة من الدرنات

الصغيرة ، ولكن مع أقـل نسبة سـكريات مختزلة فى الدرنات ، و أفضل لون للشبس المصنعة منها (Steyn وآخرون ١٩٩٢ب).

وتفيد بعض المعاملات فى تخفيف الآثار الضارة لنقص الرطوبة الأرضيـة؛ فمثـلاً .. وجد أن معاملة نباتات البطاطس بمضادات النتح antitranspirants تـؤدى إلـى زيـادة احتفاظ التربة برطوبتها، وإمكان إطالة الفترة بين الريـات، دون أن تتعـرض النباتـات للعطش. وقد أدت المعاملة بمضادات النتح قبل إزالة النموات الخضريـة (وهـى عمليـة تسبق الحصاد بثلاثة أسابيع أو خمسة أسابيع إلى زيادة حجم الدرنات والمحصول الكلـى. وقد صاحب هذه المعاملات نقص امتصاص النباتات للماء بنسبة ٤٧٪، دون أن يؤثر ذلـك جوهريًا على النمو النباتى (عن Lipe وآخرين ١٩٨٢).

كذلك وجد Pavlista (١٩٩٥) أن رش نباتات البطـاطس بمضـاد النتـح البـارافينى فوليكوت folicote بتركيز ٤٪ بمعدل ٤٧٤ لترًا للهكتار (حوالى ٢٠٠ لتر للفدان) أدى إلى خفض الفقد الرطوبى، والاحتياجات المائية اليومية للنباتات، مع زيـادة الدرنـات التـى يتراوح قطرها بين ٥٧ ملليمترًا ، و٨٨ ملليمترًا بنسبة ١٠٪ إلى ٣١٪، ونقـص نسـبة الدرنات المصابة بالقلب الأجوف فى الحجم الكبير الذى تزيـد قطـر درناتـه علـى ٨٨ ملليمترًا ، بينما لم تكن للمعاملة أية تأثيرات على الكثافة النوعية للدرنات، أو لون الشبس المصنع منها،أو التلون الوعائى فيها .

### تأثير زيادة الرطوبة الأرضية

لا تتحمل البطاطس زيادة الرطوبة الأرضية بعد زراعة التقاوى مباشرة، خاصةً عندما تكون درجة الحرارة مرتفعةً لأن ذلك يؤدى إلى تعفن التقاوى . وتزداد مقـدرة التقـاوى على تحمل تشبع التربة بالرطوبة بانخفاض درجة الحرارة (Jackson ١٩٦٢). وبالإضافـة إلى ما تقدم .. فإن زيادة الرطوبة الأرضية أثناء نمو وتكوين الدرنات تؤدى إلـى نقـص الكثافة النوعية للدرنات ، وظهور نسيج أبيض واضح غير مرغـوب فيـه فـى موقـع العديسات ؛ ولذا من الضرورى تجنب الرى الغزير فى نهاية موسـم النمـو إلا إذا كـان الغرض من ذلك هو خفض درجة حرارة التربة فى الجو الحار .

وقد وجد أن الإفراط فى الرى – وبخاصة فى النصف الثانى من حياة النبات – أدى إلى نقص الكثافة النوعية للدرنات، وزيادة معدلات إصابتها بكلٍ من القلب الأجوف، والتبقـع البنى الداخلى Internal Brown Spot (Silva وآخرون ١٩٩١)، مع ضعف النمو الجذرى،

وانخفاض كلٍّ من تركيز النترات فى أعناق الأوراق ، ومحصول درنات الدرجة الأولى ، والمحصول الكلى (Stark وآخرون ١٩٩٣) .

هذا إلا أن نباتات البطاطس تزداد استجابتها للأسمدة الآزوتية المستعملة بزيادة توفر الرطوبة الأرضية للنبات (Bailey & Groves ١٩٩٢) .

## تأثير عدم انتظام الرطوبة الأرضية

يؤدى عدم انتظام الرطوبة الأرضية وقت تكون الدرنات إلى إحداث تشوهات كثيرة بها ( Ruf ١٩٦٤ ). ويرجع ذلك إلى أن نمو الدرنات يقل بدرجةٍ كبيرة فى الفترات التى تنخفض فيها الرطوبة الأرضية، وتبدأ خلاياها فى النضج، فإذا ما ارتفعت الرطوبة الأرضية فجأةً، فإن تشققات النمو growth cracks تتكون نتيجة لعدم قدرة الخلايا الخارجية التى بدأت فى النضج على النمو لاستيعاب الزيادة التى تطرأ على حجم الدرنة نتيجة لسرعة نمو خلايا الأنسجة الداخلية التى تنشط فجأة مع ارتفاع الرطوبة الأرضية، كذلك فإن جفاف التربة مع ارتفاع درجة الحرارة يؤدى أحيانًا إلى كسر سكون الدرنات الجديدة المتكونة ، فتبدأ فى التزريع فى التربة ، فإذا ما ارتفعت الرطوبة الأرضية فجأة، فإن هذه الدرنات تعطى نموات ثانوية secondary growth على إحدى الصور التالية :

١ – درنات متدرنة knobby tubers .

٢ – درنات مزدوجة double tubers تفصل بين جزئيها ساق أرضية قصيرة .

٣ – سلسة من الدرنات المتصلة chain of tubers تصل بين أجزائها سيقان أرضية قصيرة .

ولمزيد من التفاصيل عن تأثير الرطوبة الأرضية على نبات البطاطس .. يراجع Harris (١٩٧٨) .

## طرق ومعدلات الرى

### أولاً : فى الأراضى الثقيلة

لا تروى حقول البطاطس – عادة – فى الأراضى الثقيلة قبل الإنبات، باستثناء حالات الزراعة وقت ارتفاع الحرارة – كما هى الحال فى العروة الخريفية فى مصر – حيث

يروى الحقل ريةً خفيفةً قبل الإنبات؛ بحيث تصل الرطوبة إلى قطعة التقاوى بالنشع. أما أثناء النمو، فتروى البطاطس فى الأراضى الثقيلة من ٦-١١ مرة. ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة؛ حيث يقل عدد الريات مع انخفاض درجة الحرارة . وتتراوح الفترة بين الريات من ٧-١٢ يوماً حسب درجة الحرارة السائدة. وتقل الفترة بين الريات إلى يوم أو يومين فى حالة الرى بالتنقيط فى الأراضى الرملية .

## ثانياً : فى الأراضى الصحراوية

يمكن إنتاج البطاطس فى الأراضى الصحراوية بأىٍ من نظم الرى الثلاثة : بالغمر، أو بالرش أو بالتنقيط، ولكن أنسب نظام للرى هو الرى بالتنقيط؛ حيث تعطى البطاطس محصولاً عاليًا يمكن أن يصل إلى ٢٠-٢٢ طنًا للفدان. كذلك تزرع البطاطس بنجاحٍ تحت نظام الرى بالرش، إلا أنها تعطى محصولاً أقل مما فى حالة الرى بالتنقيط .

ويحتاج تنظيم رى حقول البطاطس فى الأراضى الصحراوية إلى مراقبةٍ دقيقةٍ للحقل، ومرحلة النمو النباتى ؛ والظروف البيئية السائدة . ومن القواعد العامة التى يمكن الاسترشاد بها فى هذا الشأن ما يلى :

### ١ – فى حالة اتباع الرى بالغمر :

يجرى الرى بعد الزراعة مباشرةً ، ولا يكرر الرى – قبل الإنبات – إلا كلما انخفضت الرطوبة الأرضية كثيرًا، ولكن لا يترك الحقل دون رى لحين جفاف التربة تمامًا. والأفضل تكرار الرى كلما وصلت الرطوبة فى الخمسة عشر سنتيمترًا العلوية من التربة إلى ٢٥٪ من السعة الحقلية، أما بعد الإنبات .. فيتراوح معدل الرى بين مرةٍ واحدةٍ أسبوعياً فى الجو البارد شتاءً ، ومرتين فى الجو الحار صيفًا .

### ٢ – فى حالة اتباع نظام الرى بالرش :

يفضل رى الحقل أولاً، ثم الانتظار لحين وصول الرطوبة الأرضية إلى نحو ٢٥٪ من السعة الحقلية – أى الانتظار لحين قرب جفاف التربة – ثم تجرى الزراعة، ويروى الحقل بعد ذلك مباشرةً، ولا يكرر الرى – قبل الإنبات – إلا كلما انخفضت الرطوبة فى الخمسة عشر سنتيمترًا العلوية من التربة إلى ٢٥٪ من السعة الحقلية. أما بعد الإنبات .. فيتراوح معدل الرى بين مرةٍ كل يومين فى الجو الحار صيفًا إلى مرة كل ٥-٧ أيام فى الجو البارد شتاءً .

٣ – فى حالة اتباع نظام الرى بالتنقيط :

يتم تشغيل شبكة الرى عدة ساعات فى اليوم السابق للزراعة ، ثم يروى الحقل بعد الزراعة. وإلى أن يتم إنبات الدرنات .. يكون الرى خفيفًا جدًا كلما دعت الضرورة ، مع عدم السماح بجفاف الطبقة السطحية من التربة أو زيادة رطوبتها بصفةٍ دائمةٍ . أما بعد الإنبات .. فإن معدل الرى يتراوح بين مرة كل يومين فى الجو البارد ومرة أو مرتين يوميًا فى الجو الحار. ويفضل أن تكون الرية الرئيسية – التى تضاف معها الأسمدة – فى الصباح الباكر، بينما تعطى الرية الثانية فى المساء، يتراوح معدل الرى عادة بين ٢٠م٣ – ٢٥م٣ للفدان يوميًا (فى الجو الحار) إلى نحو نصف هذه الكمية (فى الجو البارد). ويفضل أن يكون توزيع مياه الرى بين ريتى الصباح والمساء بنسبة ٢–٢,٥:١ على التوالى، على ألاّ تزيد مدة رية الصباح على ساعةٍ ونصف الساعة؛ حتى لا تغسل الأسمدة المضافة بعيدًا عن منطقة الجذور .

## التسميد

تعتبر البطاطس من محاصيل الخضر التى تسمد تسميدا غزيرًا ؛ لأنها تستجيب للتسميد، وتعطى عائدا اقتصاديًا مجزيا ، ولأنها من المحاصيل المجهدة للتربة. وتتطلب الأصناف المتأخرة كميات من الأسمدة أكبر من تلك التى تعطيها الأصناف المبكرة؛ نظرًا لزيادة فترة نموها وزيادة محصولها .

### العناصر الضرورية للنبات وأهميتها

#### النيتروجين

يعتبر التسميد الآزوتى المعتدل ضروريًا للحصول على أفضل نموٍ وأعلى محصول. وتزداد الحاجة إلى التسميد الآزوتى المبكر فى الأصناف المبكرة عنه فى الأصناف المتأخرة لتشجيع النمو الخضرى فى الأصناف المبكرة قبل أن تبدأ فى تكوين الدرنات .

ويؤدى نقص النيتروجين إلى ضعف النمو الخضرى، وبهتان لون الأوراق، كما تصبح الأوراق متصلبةً وتتجه إلى أعلى، وتنضج النباتات مبكرًا ، ويكون محصولها منخفضًا (شكل ٦–٣ ، يوجد فى آخر الكتاب) .

وقد وجد Westermann وآخرون (١٩٩٤ب) أن محتوى النترات فى أعناق الأوراق يرتبط إيجابيًا بالمحصول ، وسلبيًا بالكثافة النوعية للدرنات .

هذا ... بينما يؤدى الإفراط فى التسميد الآزوتى إلى ما يلى :

١ – تأخير النضج .

٢ – زيادة حساسية الدرنات للتسلخ وللأضرار الميكانيكية عند الحصاد.

٣ – زيادة نسبة النشا فى الدرنات، ونقص كثافتها النوعية، ونقص المحصول .

وتعتبر البطاطس حساسة للتركيزات العالية من الأمونيوم والنيتريت nitrite ؛ ولذا .. لا يجوز التسميد بكميات كبيرة من اليوريا ، أو إضافتها نثرا على سطح التربة.

الفسفور

يعمل الفوسفور على تشجيع نمو الجذور، وإسراع النضج . ويزيد معدل امتصاصه خلال المراحل المبكرة للنمو الخضرى . ويعتبر التسميد الفوسفاتى المعتدل ضروريًا للحصول على نموٍ جيدٍ ، ومحصولٍ جيد .

ومن أبرز أعراض نقص الفوسفور التفاف أعناق الأوراق، والوريقات وحوافها إلى أعلى، وصغر حجم الوريقات ، مع اكتسابها لونًا داكنًا عن اللون الأخضر العادى، وصلابة النبات بصورةٍ عامةٍ . كذلك قد تظهر بقع صدئة متناثرة داخلية فى درنات النباتات التى تعانى من نقص العنصر (Houghland ١٩٦٤) . وقد وجد McArthur & Knowles (١٩٩٣) أن نمو البطاطس فى وجود تركيزات منخفضة من الفسفور – صفر أو ٠,٥ مللى مولارًا – أدى إلى ظهور أعراض نقص العنصر بعد ٢٨ ، و ٨٤ يوما من الزراعة فى المستويين – على التوالى – مقارنة بالنباتات التى نمت فى وجود تركيز عالٍ (٢,٥ مللى مولارا) من العنصر . كما أدى التسميد بالمعدلات المنخفضة من العنصر إلى نقص معدل النمو النسبى للنباتات، مع نقص وزنها الجاف – بعد ٨٤ يوما من الزراعة – بنسبة ٦٥٪ و ٤٥٪ ، ونقص محتواها الكلى من الفسفور بنسبة ٧٦٪ و ٥٥٪ فى المستويين المنخفضين – على التوالى – مقارنةً بالمستوى المرتفع.

هذا .. إلا أن المغالاة فى التسميد بالفسفور تؤدى إلى ما يلى :

١ – ظهور أعراض نقص الزنك : يحدث ذلك عند زيادة نسبة الفسفور إلى الزنك فى

النبات عن ١ : ٤٠٠ . وتعالج هذه الحالة بالتسميد بسلفات الزنك بمعدل ١٥ كجم للفدان .

٢ – نقص الكثافة النوعية للدرنات عندما تكون الزيادة فى معدلات التسميد الفوسفاتى أكبر بكثير مما ينبغى .

**البوتاسيوم**

يعتبر التسميد البوتاسى المعتدل – كذلك – ضروريًّا للنمو الجيد؛ فهو عنصر ضرورى لزيادة حجم الدرنات . وتختلف الأصناف فى حساسيتها لنقص البوتاسيوم، وأكثرها حساسيةً الأصناف المبكرة والسريعة النمو.

ومن أهم مظاهر نقص البوتاسيوم بطء نمو النباتات التى تبدو مندمجةً، كما تبدو الأوراق أقل حجما لأن وريقاتها تكون أكثر قربا من بعضها البعض عما فى النباتات التى لا تعانى من نقص العنصر. كذلك تشكل الوريقات زوايا حادةً مع عنق الورقة المركبة، وتصبح مجعدةً، وتلتف إلى أسفل. وفى البداية يكون لون النمو الخضرى أخضر قاتما ، ولكن سريعًا ما تبدأ الأوراق السفلى للنبات فى الاصفرار وتكتسب لونًا برونزيًّا ، مع بداية التغير من قمة وحواف الوريقات، وتقدمه تدريجيًّا نحو الداخل، إلى أن تتأثر الورقة كلها وتموت فى نهاية الأمر. ومع استمرار نقص العنصر يتقدم ظهور الأعراض باتجاه الأوراق العليا للنبات، التى تبقى مجموعة منها غالبا خضراء عادية المظهر فى قمة النبات، إلى أن يموت النبات كله (شكل ٦–٣ يوجد فى أخر الكتاب).

ومن الأعراض الأخرى المميزة لنقص البوتاسيوم ظهور بقعٍ متناثرةٍ متغيرة اللون على السيقان وأعناق الأوراق ، وقصر السيقان الأرضية stolons ، وضعف النمو الجذرى والدرنى (Houghland ١٩٦٤) .

هذا ... إلا أن المغالاة فى التسميد البوتاسى تؤدى إلى ما يلى :

١ – زيادة امتصاص عنصر البوتاسيوم ، ويكون ذلك على حساب امتصاص عنصرى الكالسيوم والمغنسيوم ؛ مما يؤدى إلى نقص المحصول.

٢ – نقص نسبة المادة الجافة فى الدرنات، ونقص كثافتها النوعية. وقد لوحظ ازدياد معدل النقص فى الكثافة النوعية ؛ بزيادة معدلات التسميد بكلوريد البوتاسيوم عما هو فى حالة زيادة معدلات التسميد بكبريتات البوتاسيوم (Burton ١٩٨٤ ،

و Smith ١٩٦٨). وقد تأكد أن زيادة امتصاص النبات لعنصر الكلور تؤدى إلى نقص المحصول ، ونقص الكثافة النوعية للدرنات، ونقص نسبة المادة الجافة فيها. وتكون هذه التأثيرات واضحةً عند زيادة نسبة أيون الكلور فى أنسجة النبات عن ٥٠٠ جزء فى المليون .

## الكالسيوم

من أبرز مظاهر نقص الكالسيوم اصفرار حواف الوريقات الصغيرة فى القمة النامية للنبات، ثم موت هذه الحواف ؛ الأمر الذى يؤدى إما إلى نموها إلى وريقات غير طبيعيةٍ ، وإما إلى موت الوريقات ، ثم موت القمة النامية للنبات . وتظهر الأعراض ذاتها على النموات الجانبية التى تتكون –عادةً– عند موت القمة النامية للنبات . كذلك تظهر بقع ميتة فى مركز الدرنات ، وخاصةً عند طرفها المتصل بالنبات. وإذا حدث تعرض النبات لنقص العنصر فى نهاية الموسم، فإن أعراض الدرنات قد تظهر، بينما تبدو النموات الخضرية طبيعية المظهر؛ ولذا .. يجب أن يستمر إمداد النبات بالكالسيوم ما استمر فى تكوين أنسجةٍ جديدةٍ .

ويؤدى توافر عنصر الكالسيوم إلى زيادة مقاومة درنات البطاطس للبكتيريا *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica* المسببة لمرض العفن الطرى. كما يقلل الكالسيوم من إصابة الدرنات بعديدٍ من العيوب الفسيولوجية؛ مثل التبقع البنى الداخلى، والقلب الأجوف، والنخاع البنى. هذا فضلاً على تحسين الكالسيوم لجودة الدرنات وصلاحيتها للتخزين (عن Palta ١٩٩٦) .

## المغنيسيوم

تظهر أعراض نقص المغنيسيوم على الأوراق السفلى أولاً، ثم تتجه تدريجيًّا نحو الأوراق العليا . وفى بداية الأمر يختفى اللون الأخضر بين العروق فى قمة الوريقات، وخاصةً الوريقات الطرفية للأوراق السفلى – ثم تمتد الأعراض نحو مركز الوريقات التى تصبح صفراء كليةً – تقريبًا – بين العروق ، ثم تظهر بها مساحات صغيرة ميتة بنية اللون على امتداد العروق، وقد تصبح المساحات بين العروق بيضاء اللون، وترتفع قليلاً إلى أعلى، بينما تنحنى حواف الوريقات وقمتها إلى أسفل. وتكون الأوراق المتأثرة بهذه الأعراض متصلبة وسهلة التقصف؛ الأمر الذى يميزها عن الأوراق التى تكون صفراء

اللون طبيعيًّا ؛ بسبب شيخوختها (Houghland ١٩٦٤) (شكل ٦-٤، يوجـد فـى أخـر الكتاب).

## الكبريت

نادرا ما تظهر أعراض نقص الكبريت على نباتات البطاطس تحت ظروف الحقل؛ نظرا لاحتواء معظم الأسمدة على العنصر فى صورة كبريتات. وعموما .. فإن أعراض نقـص العنصر – إن ظهرت – تكون فى صورة اصفرار بالأوراق، وتخشب بالسيقان، وضعف فى النمو الجذرى .

## الحديد

من أبرز أعراض نقص الحديد ظهور اصفرار خفيف بين العروق فى الأوراق الحديثة؛ ينتشر سريعا ليشمل كل سطح الورقة. ومع استمرار نقص العنصر يتحول لـون الورقـة إلى الأصفر الشاحب، ثم إلى الأبيض .

## الزنك

يؤدى نقص عنصر الزنك إلى تقزم نباتات البطاطس ، مع التفاف الأوراق الحديثة إلى أعلى واصفرارها ، ويعقب ذلك ظهور مساحات بنيةٍ ضاربة إلى الرمادى، أو بنية اللـون على الأوراق الوسطية للنبات، ولا تلبث هذه المساحات أن تموت وتتحلـل، ثـم تظـهر الأعراض ذاتها على الأوراق الأخرى بالنبات. كذلك قد تظهر البقع البنيـة اللـون علـى السيقان وأعناق الأوراق .

## المنجنيز

تظهر أعراض نقص المنجنيز على صورة اصفرارٍ بين العروق فى الأوراق العليا للنبات.

## البورون

تموت القمم النامية لسيقان نباتات البطاطس التى تعانى نقص عنصر البـورن؛ ممـا يؤدى إلى نشاط نمو البراعم الإبطية. ومن الأعراض الأخـرى لنقـص العنصـر قصـر السلاميات، وزيادة سمك الأوراق، والتفافها إلى أعلى، مع اكتساب الأوراق الحديثة لونـا أخضر شاحبًا ، واصفرار النمو الخضرى بصورةٍ عامةٍ. وإذا فحصت جذور هذه النباتـات، فإنها تبدو قصيرة ومتقزمةً .

وفى الحالات الشديدة لنقص البورن يصاحب اختفاء اللون الأخضر من الأوراق ظهور لون قرمزى ، كما تموت قمم الوريقات وحوافها .

وتلاحظ الأعراض الداخلية لنقص البورن عند القمم النامية لكلٍّ من الجذور والسيقان؛ حيث يظهر تلون بنى ينتج عن انهيار الخلايا فى تلك المناطق، يتبعه موت القمة النامية، ثم تظهر أعراض مماثلة لتلك فى البراعم الإبطية، وفى الأنسجة الداخلية للفروع الجانبية.

أما الدرنات ، فإنها تكون فى النباتات التى تعانى من نقص البورون أصغر من حجمها الطبيعى، وتتمزق مساحات من سطحها، ويظهر تلون بنى تحت الجلد، وخاصةً فى طرف الدرنة المتصل بالنبات. كما يظهر تلون بنى فى النسيج الوعائى يكون شديدًا بالقرب من الطرف المتصل بالساق، وتقل حدته تدريجيًا فى اتجاه الطرف الآخر للدرنة .

ويمكن أن تظهر مشاكل من التسمم بالبورون عند زيادة كمية الأسمدة المضافة، أو عدم تجانس توزيعها فى الحقل. ومن أعراض ذلك موت النموات الجديدة بعد فترة قصيرة من الإنبات، وفشل الجذور فى التكوين ، وضعف مظهر النبات ، واصفرار حواف الوريقات أو اكتسابها لونا أبيض، و نقص المحصول (Houghland ١٩٦٤).

ولمزيد من التفاصيل عن أهمية البورون وأعراض نقصه .. يراجع Gupta (١٩٧٩).

## احتياجات البطاطس من العناصر السمادية

### النيتروجين

على الرغم من أن النبات يحتاج إلى عنصر النيتروجين خلال جميع مراحل نموه، فإن حاجته إلى العنصر تزداد – بصورة خاصة – فى مرحلة النمو الخضرى السريع ، التى تستمر لمدة حوالى شهر بعد أن يصل ارتفاع النبات إلى حوالى ١٥-٢٠ سم، ويكون ذلك – عادةً – خلال الشهر الثانى بعد الزراعة .

وبينما يصل تركيز النيتروجين فى الدرنات إلى أعلى مستوى له فى المراحل الأولى لتكوينها، وينخفض تدريجيًا حتى عمر ٥٦-٧٠ يوما من الإنبات، ثم يرتفع قليلاً بعد ذلك، فإن حاجة الدرنات من العنصر تزداد تدريجيًا خلال جميع مراحل تكوينها، بينما تبلغ حاجة النموات الخضرية من العنصر إلى أقصاها بعد ٥٦ يومًا من الإنبات (Mazur & Voitas ١٩٩٢) .

وتقدر الكمية الإجمالية من النتيروجين التى تصل إلى مختلف الأجزاء النباتية ( النموات

الهوائية، والجذور، والدرنات) لمحصول جيدٍ من البطاطس بحوالى ١٥٠–٢٠٠ كجم/هكتار (٦٢–٨٣ كجم/فدان). وطبيعى أن يمثل ذلك المدى الحد الأدنى لكمية النيتروجين التى يجب أن تتيسر فى منطقة نمو جذور البطاطس .

### الفسفور

كما هى الحال مع النيتروجين، فإن نبات البطاطس يحتاج إلى الفسفور فى جميع مراحل نموه، إلا أن حاجته إلى العنصر تزداد –خاصة– فى مراحل النمو الخضرى السريع خلال الشهر الثانى بعد الزراعة. وتقدر الكمية الإجمالية من $P_2O_5$ التى تصل إلى مختلف الأجزاء النباتية فى محصولٍ جيدٍ من البطاطس بنحو ٤٥ كجم/هكتار (حوالى ٢٠كجم/فدان). ونظرًا لأن الفسفور يثبت بمعدلاتٍ عاليةٍ فى الأراضى القلوية، فإن هذا الأمر يجب أن يؤخذ فى الحسبان عند وضع برنامج التسميد الفوسفاتى .

### البوتاسيوم

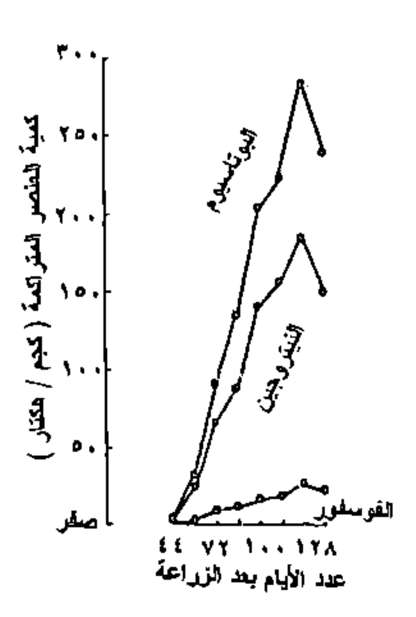
تصل إلى مختلف الأجزاء النباتية للبطاطس نحو ٣٠٠ كجم من البوتاسيوم (فى صورة $K_2O$) للهكتار (حوالى ١٢٥ كجم $K_2O$ للفدان) .

هذا .. ويوضح شكل (٦–٥) الزيادة فى الكمية الممتصة من عناصر النيتروجين، والفسفور، والبوتاسيوم مع النمو. ويتضح من الشكل أن الكميات التى يمتصها النبات من عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم تزيد كثيرًا عما يمتصه من عنصر الفوسفور، كما أن الدرنات تصبح المخزن الرئيسى لما يقوم النبات بامتصاصه من هذه العناصر بعد ١٤ يوما من بداية تكوينها (Harris ١٩٧٨) .

### الكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت

يبين شكل (٦–٦) الكميات الكلية التى يمتصها نبات البطاطس من عناصر الكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت أثناء موسم النمو، والكمية الفعلية التى تصل إلى الدرنات من هذه العناصر. ويتضح من الشكل أن الكمية الكلية المتراكمة من الكالسيوم الممتص تبلغ ضعف كمية المغنيسيوم، وأربعة أضعاف كمية الكبريت، إلا أن ٦٪ فقط من كمية الكالسيوم الممتصة تذهب إلى الدرنات، بالمقارنة بنحو ٤١٪، و٥٥٪ من كميات المغنيسيوم والكبريت الممتصة على التوالى. وعموما .. فإن نسبة ما يصل إلى الدرنات من هذه العناصر أقل بكثيرٍ مما يصل إلى الدرنات من الكميات التى يمتصها النبات من عناصر

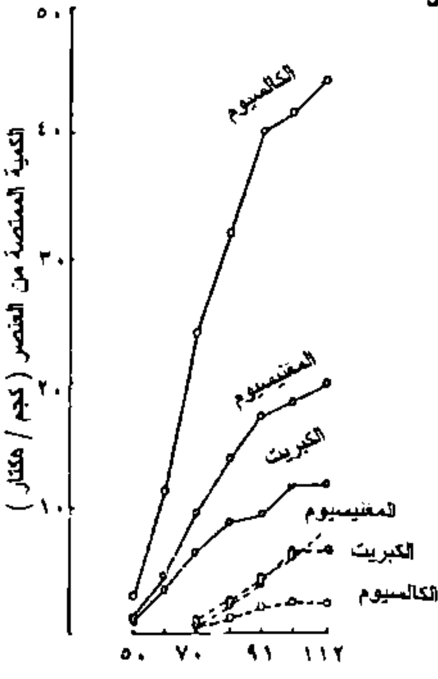
النيتروجين ، والفسفور، والبوتاسيوم. ويوضح شكل (٦-٧) التغيرات في الكميات الممتصة من عناصر الكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت كنسبةٍ مئويةٍ من المادة الجافة في كل من الدرنات ، والنموات الخضرية (الأوراق + السيقان) أثناء موسم النمو .



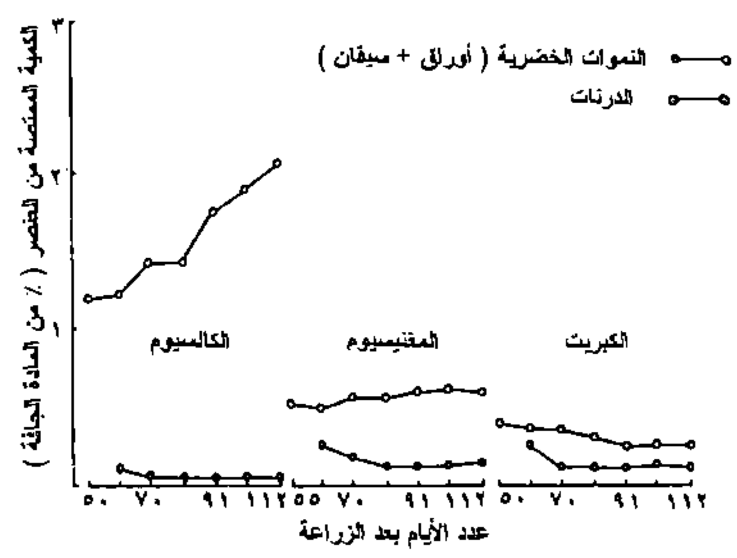

شكل (٦-٥) : الزيادة فى الكمية الكلية الممتصة من عناصر النيتروجين، والفسفور، والبوتاسيوم مع النمو.

## كميات العناصر التى تزيلها البطاطس من التربة

نظرًا لأن كميات العناصر التى تصل إلى الدرنات تزال نهائيًا من الحقل مع المحصول، بينما يعود إلى التربة ما يكون قد استقر فى بقية الأجزاء النباتية من عناصر ممتصة؛ لذا فإن معرفة كمية العناصر التى تذهب إلى الدرنات يفيد فى التخطيط للبرنامج التسميدى لكلٍّ من البطاطس والمحاصيل التى تليها فى الدورة. ويبين ذلك فى جدول (٦-٣) لكل طنٍّ من محصول الدرنات، إلا أن هذه القيم تتأثر كثيرًا بكمية المحصول، وبالعوامل التى تؤثر على المحصول . فمثلاً .. يتضح من جدول (٦-٤) أن زيادة التسميد الآزوتى تصاحبها زيادة كبيرة فى المحصول، كما تزيد كمية النيتروجين التى تصل إلى كل طنٍّ من الدرنات الطازجة، إلا أن الكميات المناظرة من عنصرى الفسفور والبوتاسيوم تتناقص مع زيادة التسميد الآزوتى .




شكل (٦-٦) : الكميات الكلية (　　)، والكميات التى تصل إلى الدرنات (　　) من عناصر الكالسيوم، والمغنسيوم، والكبريت أثناء موسم النمو.




شكل (٦-٧) : التغيرات فى الكميات الممتصة من عناصر الكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت كنسبة مئوية من المادة الجافة فى كل من الدرنات والنموات الخضرية (الأوراق + السيقان).

جدول (٦-٣) : كميات العناصر التى توجد بكل طن من الدرنات الطازجة

| العنصر | كميته | |
|---|---|---|
| النيتروجين | ٢,٣٦ – ٢,٦٨ | كيلو جرام |
| الفسفور | ٠,٥٣ – ٠,٦٢ | كيلو جرام |
| البوتاسيوم | ٣,٩٣ – ٤,٦٧ | كيلو جرام |
| الكالسيوم | ٧٠ – ٢٠٠ | جرام |
| المغنسيوم | ١٣٠ – ٢٢٠ | جرام |
| الكبريت | ٢١٠ – ٤٨٠ | جرام |
| الزنك | ١,٨ – ٥,٠ | جرام |
| النحاس | ١,٤ – ٢,٢ | جرام |
| المنجنيز | ١,٣ – ٢,١ | جرام |
| الحديد | ٤,٢ | جرام |
| البورون | ٦٢٠ | ملليجرام |
| الموليبدنم | ٣٧ | ملليجرام |
| الصوديوم | ٢٣٠ | جرام |

جدول (٦-٤) : تأثير التسميد الآزوتى على كميات النيتروجين ، والفسفور، والبوتاسيوم التى تصل إلى كل طن من الدرنات الطازجة.

| معاملة التسميد الآزوتى (كجم نيتروجين/هكتار) | محصول الدرنات (طن/هكتار) | كميات العناصر (كجم/طن من الدرنات الطازجة) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | نيتروجين | فوسفور | بوتاسيوم |
| صفر | ١١,٩٥ | ٢,٨١ | ٠,٥٠ | ٥,٤١ |
| ٩٤ | ١٩,٥٧ | ٣,٢٦ | ٠,٤٦ | ٥,٢٤ |
| ١٨٨ | ٢٢,٧٤ | ٣,٥٧ | ٠,٤٥ | ٤,٧٣ |

## تحليل التربة

يفيد تحليل التربة فى تعرُّف مدى حاجة النباتات إلى التسميد، وفى تحديد مدى استجابتها له؛ فالبطاطس لاتستجيب للتسميد الفوسفاتى إذا زاد مستوى الفوسفور الذائب فى التربة على ٨٠ جزءاً فى المليون، وتكون الاستجابة ضعيفة إذا تراوح مستوى الفوسفور فى التربة بين ٤٠ جزءاً و ٨٠ جزءاً فى المليون ، لكن الاستجابة تكون مؤكدة عندما ينخفض مستوى الفوسفور فى التربة عن ٤٠ جزءاً فى المليون .

ولا تستجيب البطاطس للتسميد البوتاسى إذا زاد مستوى البوتاسيوم الذائب فى التربة على ٢٠٠ جزءٍ فى المليون، وتكون الاستجابة ضعيفةً إذا تراوح مستوى البوتاسيوم الذائب بين ١٥٠ جزءا و٢٠٠ جزءٍ فى المليون، ومتوسطة فى مستوى بوتاسيوم من

١٠٠-١٥٠ جزء فى المليون، وتكون الاستجابة مؤكدة عندما ينخفض مستوى البوتاسيوم الذائب فى التربة عن ١٠٠ جزء فى المليون.

هذا .. وتبلغ نسبة الفوسفور فى الأراضى المصرية التى تزرع فيها البطاطس من ٠,٢ - ٠,٥٪، كما تبلغ نسبة البوتاسيوم من ٠,٥-١,٥٪، إلا أن الجزء الميسر للامتصاص من أىّ منهما أقل من ذلك بكثير .

## تحليل النبات

### الأجزاء النباتية المستخدمة في التحليل

يفيد تحليل النبات فى تحديد مدى حاجته إلى التسميد. ويعتبر التحليل المبكر أكثر فائدة فى هذا الشأن . وتعد أعناق الأوراق والسيقان أكثر الأجزاء النباتية حساسيةً لمستوى التسميد. ويعد عنق الورقة الرابعة من القمة النامية للنبات هو أفضل دليل على مستوى العنصر فى النبات. وأحسن وقت لإجراء التحليل هو عند تكوين الدرنات، ففى هذه المرحلة تستجيب النباتات للتسميد إذا كان مستوى العناصر فيها أقل من الحدود الموصى بها .

وكما أسلفنا .. يستخدم فى التحليل عنق الورقة الرابعة من القمة النامية ؛ الأمر الذى يتحتم معه اختيار الورقة بدقة . ولتجنب هذه المشكلة قارن Westermann وآخرون (١٩٩٤أ) نتائج تحليل الجزء العلوى من الساق بتحليل عنق الورقة الرابعة من القمة النامية تحت ظروف نقص وتوفر مختلف العناصر الضرورية للنبات. وقد حصلوا على الجزء العلوى من الساق بقطع النبات أسفل الورقة السادسة، ثم قطع جميع الأوراق والميرستيم القمى . وقد أوضحت النتائج تماثل نتيجة التحليل بالنسبة لعناصر النيتروجين النتراتى والفوسفور والبوتاسيوم ، بينما كان تركيز الزنك أعلى بنسبة ٤٠٪ فى الجزء العلوى من الساق، وتركيز الكالسيوم ، والمغنيسيوم ، والمنجنيز أقل فى الجزء العلوى من الساق مقارنةً بتركيزها فى عنق الورقة الرابعة .

وللحد من التباينات فى نتائج تحليل العصير الخلوى لعنق الورقة .. يوصى Vitosh & Silva (١٩٩٦) أن يكون جمع عينات الأوراق لأجل تحليلها بين العاشرة صباحًا والثانية عشرة ظهرًا .

### المستويات العامة للعناصر الضرورية فى أوراق البطاطس

يقدر المستوى المناسب لمحتوى أوراق البطاطس - التى أكملت نموها حديثا - من

مختلف العناصر الضرورية للنبات – فى بداية مرحلة الإزهار – للحصول على أعلى محصول ، كما يلى :

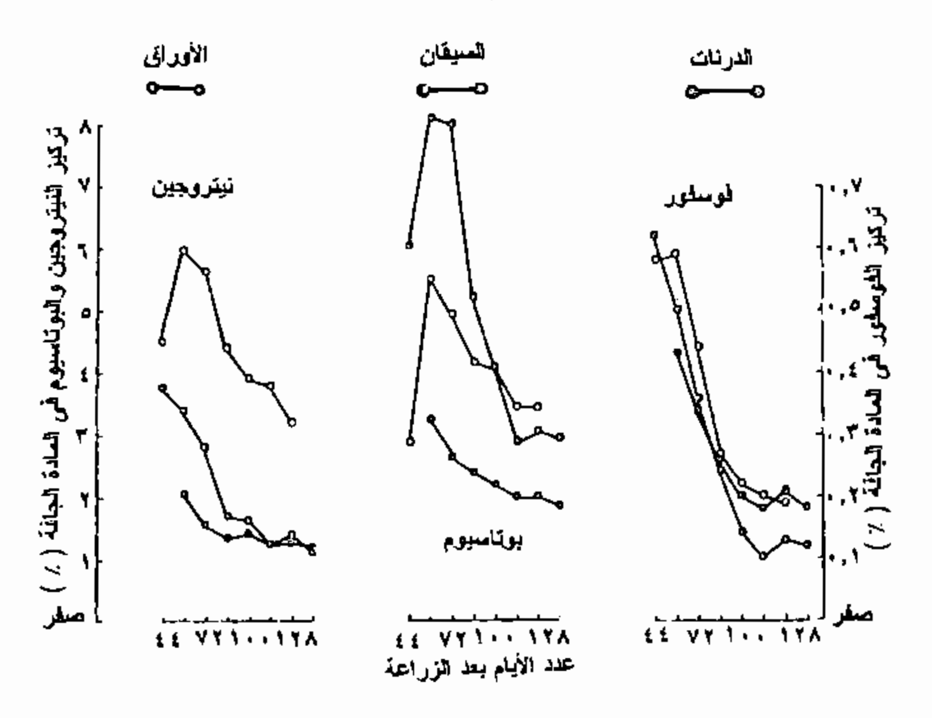
| العنصر | التركيز (بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف) |
|---|---|
| النيتروجين | ٦٥٠٠٠-٥٠٠٠٠ |
| الفوسفور | ٦٠٠٠-٣٥٠٠ |
| البوتاسيوم | ٦٥٠٠٠-٥٠٠٠٠ |
| الكالسيوم | ٢٠٠٠٠-٦٠٠٠ |
| المغنيسيوم | ٨٠٠٠-٢٥٠٠ |
| الحديد | ١٥٠-٧٠ |
| الزنك | ٨٠-٢٠ |
| النحاس | ١٥-٧ |
| المنجنيز | ٢٠٠-٤٠ |
| البورون | ٧٠-٢٥ |
| الموليبدنم | ٠,٥-٠,٢ |

## مستويات العناصر الكبرى فى مختلف الأعضاء النباتية والمراحل العمرية

يوضح شكل (٦-٨) التغيرات فى تركيز عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم فى المادة الجافة للنبات باختلاف عمره، وباختلاف الجزء النباتى . ويلاحظ أن تركيز النيتروجين يكون دائمًا فى الأوراق أعلى مما فى السيقان أو الدرنات ؛ ويصل إلى أعلى مستوى له (وهو ٦٪ من المادة الجافة) فى المراحل المبكرة من النمو النباتى. ويصل أعلى تركيز للبوتاسيوم وهو ٨٪ من المادة الجافة فى السيقان فى بداية موسم النمو . أما تركيز الفوسفور، فلا يتعدى ٠,٦٪، ولا يختلف كثيرًا فى السيقان عنه فى الدرنات أو فى الأوراق. ويقل تركيز جميع العناصر فى المادة الجافة مع تقدم النبات فى العمر .

هذا .. إلا أن دراسات Maier وآخرون ( ١٩٩٤ب ) أوضحت وجود تفاعلات بين مستويات التسميد بكلٍ من النيتروجين، والفوسفور ، والبوتاسيوم تؤثر على نتائج تحليل هذه العناصر فى أعناق الأوراق المكتملة النمو، وكذلك وجود ارتباطٍ سالب بين

النيتروجين النتراتى والكلوريد ؛ الأمر الذى يستلزم الحذر فى تفسير نتائج تحليل هذه العناصر فى أعناق الأوراق فى بداية موسم النمو .




شكل ( ٦-٨ ) : التغيرات فى تركيز عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى المادة الجافة للنبات باختلاف عمره ؛ وباختلاف الجزء النباتى .

ويعطى Walworth & Munize ( ١٩٩٣ ) مزيدًا من التفاصيل عن مستويات النقص والكفاية والسمية بجميع العناصر الضرورية فى مختلف المراحل العمرية لنبات البطاطس، وفى مختلف الأجزاء النباتية .

### النيتروجين

ينخفض مستوى النترات - تدريجيًا - مع تقدم النبات فى العمر؛ فقد يصل المستوى إلى ١٤٠٠٠ جزء فى المليون فى بداية النمو ، ثم ينخفض تدريجيًا فى مراحل النمو المختلفة عند اختلاف مستوى التسميد . هذا .. وتكون العلاقة بين مستوى النيتروجين فى أعناق الأوراق والمحصول الكلى أقوى ما يمكن فى مرحلة الإزهار (عند وضع الدرنات)، وتتقدم هذه العلاقة تدريجيًا مع تقدم النباتات فى العمر، لدرجة أن النيتروجين النتراتى قد يختفى كلية فى نهاية موسم النمو، دون أن تكون لذلك أية علاقةٍ بالمحصول.

جدول ( ٦-٥ ) : مستوى النيتروجين فى نبات البطاطس فى مراحل النمو المختلفة عند اختلاف مستوى التسميد .

| مستوى التسميد | تركيز النيتروجين فى مراحل النمو المختلفة ( بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف ) | | | المحصول المتوقع |
|---|---|---|---|---|
| | بداية النمو | مرحلة الإزهار | قرب الحصاد | |
| منخفض | ٨٠٠٠ | ٦٠٠٠ | ٣٠٠٠ | منخفض |
| جيد | ١٢٠٠٠ | ٩٠٠٠ | ٥٠٠٠ | مرتفع |

ويستفاد من اختبار مستوى النترات فى أعناق الأوراق فى تحديد تركيز النيتروجين فى الأوراق على أساس الوزن الجاف؛ حيث إن الارتباط كبير بين الصفتين . ويستخدم لذلك جهاز محمول ( pH/ISE meter ) مزود بقطب كهربائى خاص بأيون النترات. ويخفف العصير الخلوى بمحلول من ٠,٠٧٥ مولارًا من كبريتات الألومنيوم (١٨ جزئ ماء تبلور)، و ٠,٠٢ مولارًا من حامض بوريك ( Vitosh & Silva ١٩٩٤ ) .

ويوجد شبه إجماع بين الباحثين على ارتباط مستوى النترات فى أعناق الأوراق بمحتوى الأوراق من النيتروجين، وأن التركيز ينخفض فى كلا التحليلين مع تقدم النبات فى العمر . ومن مزايا اختبار أعناق الأوراق إمكان تخزينها على الثلج لمدة ١٦ ساعة ، أو تجميدها لمدة ٢٤ ساعة دون أن تتأثر بذلك نتيجة الاختبار (Hochmuth ١٩٩٤).

وفى إحدى الدراسات التى كان الارتباط فيها عاليًا ( $r^2$ = ٠,٩٢٥ ) بين نتيجة اختبار النترات فى أعناق الأوراق، وتحليل النيتروجين ذاته فى الأوراق ، اقترح الباحثون معادلة ارتداد بتحويل نتيجة اختبار النترات فى أعناق الأوراق إلى نسبة مئوية للنيتروجين على أساس الوزن الجاف (عن Kubota وآخرين ١٩٩٦) .

وتوضح نتائج دراسات Vitosh & Silva ( ١٩٩٦ ) أن مستوى النترات فى العصير الخلوى لعنق الورقة الرابعة من القمة النامية ارتبط بشدة بمستوى التسميد الآزوتى، ومستوى النيتروجين فى التربة. وعلى الرغم من أن تحليل النيتروجين فى أعناق الأوراق بلغ أعلى مستوى له فى بداية موسم النمو، ثم انخفض تدريجيًا مع تقدم النبات فى العمر .. إلا أنه أمكن تأجيل هذا الانخفاض بعمل إضافات جديدة من النيتروجين خلال موسم النمو .

وعلى الرغم من ذلك ، فقد توصل آخرون إلى أن اختبار مستوى النترات فى أعناق أوراق البطاطس لم يكن مجديا فى تحديد الاحتياجات السمادية للمحصول ؛ نظرا لعدم

التوصل إلى علاقة ثابتة بين نتيجة هذا الاختبار ، ومعدل امتصاص النبات للنيتروجين (MacKerron وآخرون ١٩٩٥) .

ويذكر Minotti واخرون (١٩٩٤) أنه يمكن الاستفادة من قراءات الكلوروفيل تحت ظروف الحقل ( استعمل الباحثون جهاز Minolta SPAD-502 لقياس الكلوروفيل ) فى تعرُّف الحالات الشديدة لنقص النيتروجين فى البطاطس ، ولكنها تكون غير ذات فائدة فى حالات النقص المحدود للعنصر .

## الفوسفور

ينخفض الفوسفور فى النبات مع تقدمه فى العمر، كما هو مبين فى جدول ( ٦-٦ ) .

جدول ( ٦-٦ ) : مستوى الفوسفور فى نبات البطاطس فى مراحل النمو المختلفة عند اختلاف مستوى التسميد .

| مستوى التسميد | تركيز النيتروجين فى مراحل النمو المختلفة ( بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف ) | | | المحصول المتوقع |
|---|---|---|---|---|
| | بداية النمو | مرحلة الإزهار | قرب الحصاد | |
| منخفض | ١٢٠٠ | ٨٠٠ | ٥٠٠ | منخفض |
| جيد | ٢٠٠٠ | ١٦٠٠ | ١٠٠٠ | مرتفع |

## البوتاسيوم

إن أفضل الأوراق للتحليل – بالنسبة للبوتاسيوم – الورقة الثانية من القمة "المسطحة" flat top ؛ وهى التى تتكون من عدد من الأوراق غير تامة النمو، وتتساوى أطرافها فى الطول . وقد وجد أن التركيز الحرج الذى يصاحبه نقص فى المحصول قدره ١٠٪ هو ٢,٣٪ بوتاسيوم على أساس الوزن الجاف فى أنسجة عنق الورقة، و ١,١٪ فى أنسجة نصل الورقة. وينخفض تركيز البوتاسيوم فى النبات مع تقدمه فى العمر، كما هو مبين فى جدول ( ٦-٧ ) .

ويمكن – كذلك – الاستفادة من اختبار البوتاسيوم فى أعناق الأوراق فى الاستدلال على تركيز البوتاسيوم فى الأوراق؛ حيث إن الارتباط قوى بين الصفتين (Hochmuth ١٩٩٤) . ويرى Westermann وآخرون ( ١٩٩٤ب ) أن الحصول على أعلى محصول

من البطاطس يتطلب أن يكون تركيز البوتاسيوم فى أعناق الأوراق – عند عمر ١٠٠ يوم بعد الزراعة – أعلى من ٤,٥٪ .

جدول ( ٦-٧ ) : مستوى البوتاسيوم فى نبات البطاطس فى مراحل النمو المختلفة عند اختلاف مستوى التسميد .

| مستوى التسميد | تركيز النيتروجين فى مراحل النمو المختلفة ( بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف ) | | | المحصول المتوقع |
|---|---|---|---|---|
| | بداية النمو | مرحلة الإزهار | قرب الحصاد | |
| منخفض | ٩ | ٧ | ٤ | منخفض |
| جيد | ١١ | ٩ | ٦ | مرتفع |

وقد كان الارتباط بين تركيز البوتاسيوم فى عنق الورقة الرابعة من القمة النامية ومحصول النبات معنويًا جدًا وموجبا ، وخاصة عند عمر ٣٠ يومًا ( r = ٠,٩٥ ) (Sharma & Arora ١٩٨٩). ويستدل من الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن بخصوص العلاقة بين المحصول وتركيز البوتاسيوم فى كلٍ من الأوراق وأعناق الأوراق، أن المحصول النسبى بلغ ٩٥٪-١٠٠٪ من أعلى محصولٍ متوقعٍ عندما كان تركيز البوتاسيوم – بعد ٣٠ يومًا، و ٤٥ يومًا، و ٦٠ يومًا من الزراعة – فى الحدود المبينة فى جدول ( ٦-٨ ) .

جدول ( ٦-٨ ) : تركيز البوتاسيوم فى كلٍ من الورقة الرابعة وعنق الورقة الرابعة من القمة النامية بعد ٣٠، و ٤٥ ، و ٦٠ يوما من الزراعة عندما يكون المحصول فى حدود ٩٥٪-١٠٠٪ من أعلى محصول متوقع .

| الجزء النباتى المستعمل فى التحليل | تركيز البوتاسيوم ( ٪ على أساس الوزن الجاف ) عند عمر ( يوم ) | | |
|---|---|---|---|
| | ٣٠ | ٤٥ | ٦٠ |
| الورقة الرابعة | ٥,١٥-٥,٠٤ | ٤,٥٥-٤,١٧ | ٣,٨٩-٣,٦٨ |
| عنق الورقة الرابعة | ٨,٤٩-٨,١٥ | ٨,٤٧-٧,٧٠ | ٧,٦٠-٧,١٢ |

وقد وجد Fontes وآخرون ( ١٩٩٦ ) أن تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم فى أعناق أوراق البطاطس بعد ٤٨ يومًا من الإنبات – نقص بازدياد معدل التسميد البوتاسى بين صفر ، و ٩٦٠ كجم $K_2O$ للهكتار ، فى الوقت الذى ازدادت فيه نسبة البوتاسيوم إلى

الكالسيوم + المغنيسيوم بزيادة معدلات التسميد . وقد وصل البوتاسيوم إلى أعلى تركيز له فى أعناق كل من أصغر الأوراق المكتملة النمو ، وأكبر الأوراق التى لم تدخل بعد مرحلة الشيخوخة (١٠,٤٤٪، و حوالى ٧,١٣٪ على أساس الوزن الجاف على التوالى) عندما بلغ معدل التسميد البوتاسى ٦٦٠ كجم $K_2O$ للهكتار . وكانت نسبة البوتاسيوم إلى الكالسيوم + المغنيسيوم فى أعناق أصغر الأوراق المكتملة النمو عند أعلى محصول هى ٧,٢٤٪، بينما بلغ تركيز البوتاسيوم فى أعناق الأوراق – على أساس الوزن الجاف – حينئذٍ – ٨,٩١٪ فى أصغر الأوراق المكتملة النمو، و ٦,١٦٪ فى أكبر الأوراق التى لم تدخل بعد فى مرحلة الشيخوخة .

## الكالسيوم

يمتص الكالسيوم مع الماء الذى تمتصه الجذور ، ثم ينتقل إلى أعلى فى النبات إلى أن يفقد بالنتح ؛ ولذا .. يزداد تركيز الكالسيوم فى الأعضاء النباتية التى تنتح أكثر من غيرها ؛ مثل الأوراق؛ ومن ثم .. فإن الدرنات – التى توجد فى وسط تبلغ رطوبته النسبية حوالى ١٠٠٪ – لا يمكنها منافسة الأجزاء العليا للنبات على الكالسيوم؛ لقلة ما يصل إلى أنسجتها من ماء، مقارنةً بالأنسجة النباتية الأخرى؛ الأمر الذى يؤدى إلى انخفاض محتواها من الكالسيوم مقارنةً بالأوراق ، ويعرضها إلى ظهور أعراض نقص العنصر عليها ، والتى تتمثل فى العيب الفسيولوجى : التبقع البنى الداخلى .

وقد اكتشف منذ عام ١٩٨٥ وجود جذور دقيقة فعّالة على درنات البطاطس ، وعند موضع اتصال الدرنات بالسيقان الجارية ، وأن هذه الجذور تُسهم بفعالية فى إمداد درنات البطاطس النامية بالماء ومختلف العناصر المغذية ، وبخاصة الكالسيوم. وتبين أن هذه الجذور تنشأ من الخلايا البرانشيمية المجاورة للنسيج الوعائى ، وأنها تشبه الجذور العادية فى تركيبها التشريحى . وقد أدت إضافة الكالسيوم فى منطقة الدرنات والسيقان الأرضية إلى زيادة تركيزه فى الدرنات بدرجة أكبر بكثير مما لو أضيف الكالسيوم إلى المجموع الجذرى العادى للنبات؛ حيث ينتقل الكالسيوم الممتص – حينئذٍ – إلى النموات الخضرية .

ويفيد التسميد بالكالسيوم فى زيادة تحمل النباتات للحرارة العالية؛ حيث تكون النباتات المسمدة جيدًا بالكالسيوم فى هذه الظروف أقوى فى نموها الخضرى من النباتات غير المسمدة جيدًا بالعنصر تحت نفس الظروف (Palta ١٩٩٦) .

### المغنيسيوم

يتراوح المحتوى الطبيعى لأوراق البطاطس من عنصر المغنيسيوم خلال أقصى مراحل النمو الخضرى بين ٠,٣٪ و ٠,٤٪ على أساس الوزن الجاف ، وذلك عندما يتوفر العنصر للنبات بصورة كافية لاحتياجاته منه. وتبلغ نسبة العنصر فى الدرنات حوالى ٠,١٥٪ ( أيضًا على أساس الوزن الجاف ) . وتقدر الكمية الإجمالية من العنصر التى تصل إلى مختلف الأجزاء النباتية - الهوائية منها والأرضية - حوالى ٢٠ كجم Mg/هكتار ( حوالى ٨ كجم Mg/فدان ) . أو نحو ٣٥ كجم MgO/هكتار ( حوالى ١٥ كجم MgO/فدان ) .

وكما أسلفنا .. فإن من أعراض نقص المغنيسيوم اصفرار المساحات بين العروق فى الأوراق المسنة ، ثم موت الأنسجة فى تلك المناطق ، بينما تبقى حواف الورقة خضراء فى البداية ، ثم تتحول إلى اللون الأصفر مع استمرار نقص العنصر .

وتجدر الإشارة إلى أن الإفراط فى التسميد البوتاسى يساعد على ظهور أعراض نقص المغنيسيوم ، بينما يساعد التسميد الآزوتى الجيد على تخفيف حدة أعراض نقصه . وعلى الرغم من أن أيون الأمونيوم يحد من امتصاص أيون المغنيسيوم ، إلا أن النيتروجين الأمونيومى غالبًا ما يتحول فى التربة إلى نيتروجين نتراتىٍّ ؛ حيث يمتصه النبات على هذه الصورة ؛ لذا .. فإن التسميد الآزوتى - على أىٍّ من صورتيه - يخفف من حدة أعراض نقص المغنيسيوم .

### الحديد

من أهم أعراض نقص الحديد - كما أسلفنا - ظهور اصفرارٍ عامٍّ على الأوراق الحديثة، مع بقاء العروق - غالبًا - خضراء اللون. وتظهر أعراض نقص العنصر - عادةً - عندما يقل تركيزه فى التربة عن ٤,٥ جزءًا فى المليون عند استخلاصه بالـ DTPA. كذلك تظهر أعراض نقص الحديد عندما ينخفض تركيزه فى النموات الخضرية عن ٥٠ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الجاف. وأفضل وسيلةٍ لإعطاء النباتات حاجتها من العنصر هى رشها مرة أو مرتين بمحلول سلفات الحديدوز $FeSO_4$ بتركيز ٠,٥٪-٢,٠٪ .

### الزنك

تظهر أعراض نقص العنصر - عادةً - عندما ينخفض تركيزه فى الأوراق عن جزأين

فى المليون على أساس الوزن الجاف ؛ بينما يجب أن تحتوى الورقة التى أكملت نموها حديثًا - فى بداية مرحلة الإزهار - على أكثر من ٢٠ جزءًا فى المليون من الزنك .

ويتوقع ظهور أعراض نقص الزنك إذا انخفض تركيزه فى التربة عن ٠,٨ جزءًا فى المليون عند استخلاصه بالـ DTPA .

ويعالج نقص العنصر برش النموات الخضرية بمحلول من كبريتات الزنك .

## المنجنيز

تظهر أعراض نقص المنجنيز -عادةً- فى الأراضى الرملية الجيرية . ولتجنب تعرض محصول البطاطس لنقص العنصر يجب ألا يقل تركيزه فى التربة عن جزء واحد فى المليون عند استخلاصه منها بالـ diethylenetriamine pentaacetic acid (اختصارًا : DTPA). ويراعى التسميد بالمنجنيز إذا نقص تركيزه فى النبات عن ٢٥ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الجاف ، أو بمجرد ملاحظة ظهور أعراض نقص العنصر على النبات .

ويمكن التسميد بالمنجنيز إما برش النباتات بنحو ٥٠٠ لتر/هكتار (٢١٠ لترات/فدان) بمحلول من سلفات المنجنيز بتركيز ١,٥٪ ، وإما بإضافة سلفات المنجنيز إلى التربة - اذا أظهر التحليل انخفاض تركيزه فيها عن جزء واحدٍ فى المليون - وذلك - بمعدل ٥٠ كجم/هكتار ( حوالى ٢٠ كجم/فدان ) .

## العوامل التى يجب أخذها فى الحسبان عند التسميد

تضاف معظم أسمدة البطاطس عند زراعتها آليًا فى الأراضى المتوسطة والثقيلة القوام مرة واحدة مع الزراعة فى عملية واحدة ؛ حيث يوضع السماد فى مستوى أسفل قطعة التقاوى، وإلى الجانب بنحو ٥-٨ سم. ولا يلزم عادة إضافة أى أسمدة أخرى بعد الزراعة. باستثناء الأسمدة الازوتية التى قد تلزم إضافة المزيد منها إلى جانب النباتات فى الأراضى الخفيفة ، وفى حالات كثرة الأمطار . ويكون ذلك عادة قبل بداية مرحلة تكوين الدرنات .

ويعتبر التسميد ضرورة لابد منها فى جميع أنواع الأراضى ، حتى لو كانت التربة أو مياه الرى غنية ببعض العناصر ، كما هى الحال بالنسبة لعنصر البوتاسيوم أحيانًا؛ ذلك لأن التربة مهما ارتفع محتواها من البوتاسيوم أو غيره من العناصر - لا يمكنها إمداد النبات بحاجته المتزايدة من العنصر خلال الفترات القصيرة التى تزداد فيها حاجة النبات إلى مختلف العناصر .

وقد وجد Westermann وآخرون (١٩٩٤ب) أن محصول البطاطس يزداد بزيادة معدلات التسميد للهكتار حتى ٢٢٤ كجم من النيتروجين (٩٣ كجم للفدان) ، و ٤٤٨ كجم من $K_2O$ (١٨٧ كجم للفدان) ، ولكن زيادة النيتروجين إلى ٣٣٦ كجم للهكتار (١٤٠ كجم للفدان) كان لها تأثير سلبى على المحصول .

هذا .. إلا أن دراسات Joern & Vitosh (١٩٩٥أ) التى أجراياها فى تربة رملية أوضحت أن التسميد الآزوتى بمعدل ١١٢ كجم نيتروجينًا للهكتار (٤٧ كجم للفدان) كان كافيا لإعطاء محصولٍ جيدٍ من البطاطس ، ولكن التربة المستعملة فى تلك الدراسة كانت غنيةً أصلاً فى النيتروجين ؛ إذا إن النباتات امتصت النيتروجين من التربة بمعدلات وصلت – عند بداية مرحلة الشيخوخة – إلى نحو ٢٢٥ كجم للهكتار (٩٤ كجم للفدان). ومن بين الكمية الكلية الممتصة من النيتروجين كانت ٦٧٪ منها فى الدرنات .

وعندما استعمل الباحثان (Joern & Vitosh ١٩٩٥ ب) نظير النيتروجين $^{15}N$ فى التسميد، وجدا أن كفاءة امتصاص النيتروجين – فى بداية مرحلة الشيخوخة – كانت ٥٢٪ للنبات كله ، و ٣٤٪ للدرنات وحدها . وبعد الحصاد وُجد ٢٧٪ من النيتروجين المستعمل فى التسميد فى التربة حتى عمق ١٢٠سم، وكانت نحو ٨٣٪ من هذه الكمية فى الثلاثين سنتيمترًا العلوية من التربة ، كما كانت ٩٠٪ منها فى الصورة العضوية . وقد بلغت كميات النيتروجين التى امتصتها النباتات، وتلك التى وجدت فى التربة بعد الحصاد حوالى ٦٣٪ من الكمية الكلية التى استعملت أصلاً فى التسميد .

يفضل – دائمًا – أن يكون التسميد الآزوتى فى صورتى العنصر : النترانية والأمونيونية ؛ حيث يؤدى التسميد بمخلوط من الصورتين – مقارنةً بالتسميد بإحدى الصورتين فقط، مع استعمال كمية العنصر ذاتها – إلى زيادة تركيز النيتروجين وتراكمه فى النموات الخضرية والجذور، وزيادة الوزن الجاف للنبات. وحدث أعلى تراكم للمادة الجافة عندما كان النيتروجين الأمونيومى بنسبة ٨٪–٢٠٪ من الآزوت الكلى المستخدم فى التسميد . وبينما أدى التسميد بالنيتروجين الأمونيومى منفردًا إلى زيادة تركيز الفوسفور فى النموات الخضرية ، فإنه أدى – فى المقابل – إلى انخفاض تركيز عنصرى الكالسيوم والمغنيسيوم ( Gao & Tibbits ١٩٩٣ ) .

كما لم يجد Martin وآخرون ( ١٩٩٣ ) فائدةً من المعاملة بمثبط النترتة dicyandiamide، إلا أن إضافة isobutyldine diurea بمعدل ٥,٦ ، أو ١١,٢ كجم

للهكتار ( ٢,٣ أو ٤,٦ كجم للفدان ) أدت إلى زيادة محصول الدرنات ، وتركيز النيتروجين فى الأوراق عند الإزهار .

وحسبما وجد Papadopoulos (١٩٩٢) – فإن أفضل تركيز للتسميد بالفوسفور مع مياه الرى بالتنقيط هو ٤٠ جزءا فى المليون من $P_2O_5$ ( ٤٠ جراما من $P_2O_5$ فى كل متر مكعب من مياه الرى )، علمًا بأن الرى كان بمعدل ٠,٨ من الـ USWB Class A pan؛ فعند هذا التركيز للفوسفور فى مياه الرى كان تركيز العنصر فى أعناق الأوراق كما يوصى به للحصول على أعلى محصول وأفضل نوعية للدرنات . كما اعطى هذا التركيز أعلى محصول من البطاطس، مقارنةً بتركيز صفر، و ٢٠ ، و ٦٠ مجم $P_2O_5$ فى مياه الرى .

وتفيد عدوى نباتات البطاطس بفطريات الميكوريزا vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (مثل *Glomus intraradices*، و *G. dimorphicum*، و *G. mosseae*) .. تفيد فى تحسين امتصاص النباتات للفوسفور ؛ سواء أكان مستوى العنصر فى التربة منخفضا، أم جيدا. كذلك أدت المعاملة إلى تحسين امتصاص النباتات لعناصر النيتروجين ، والفوسفور، والمغنيسيوم، والحديد ، والزنك فى النباتات النامية فى مستويات منخفضة من الفوسفور ، مع زيادة معدلات نمو هذه النباتات (McArthur & Knowles ١٩٩٣) .

وقد أدى التسميد بالبوتاسيوم بمعدل ٦٢٧,٢ كجم $K_2O$ للهكتار ( ٢٦٠ كجم للفدان ) إلى نقص التلون الإنزيمى وتركيز الفينولات فى الدرنات، مع زيادة محتواها من حامض الأسكوربيك ، والدهون ، والرطوبة ، وكانت هذه التأثيرات – سواء أكانت بالنقص ، أم بالزيادة عندما استعمل سماد كلوريد البوتاسيوم أكثر وضوحا مما كان عليه الحال عندما استعمل سماد كبريتات البوتاسيوم (Mondy & Munshi ١٩٩٣) .

ويفيد التسميد بالكالسيوم حتى ٢٧٠كجم CaO للهكتار ( ١١٢,٥ كجم للفدان ) قبل الزراعة فى صورة كبريتات كالسيوم (جبس زراعى)، أو ٦٨ كجم CaO للهكتار (٢٨ كجم للفدان) أثناء النمو النباتى فى صورة نترات كالسيوم .. يفيد فى خفض معدلات إصابة الدرنات بالتبقيع البنى الداخلى – وهو عيب فسيولوجى – وفى تحسين لون البطاطس المحمرة الناتجة منها ( Clough ١٩٩٤ ) .

ولزيادة محتوى الدرنات من الكالسيوم ( بهدف زيادة مقاومتها للإصابة بالعفن الطرى البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica* ، ولتجنب ظهور

أعراض العيب الفسيولوجى التبقع البنى الداخلى عليها ) ، يوصى بأن يكـــون التســميد بالكالسيوم فى أماكن وجود الدرنات والسيقان الأرضية – لكى يحدث الامتصاص من خلال الجذور الدقيقة التى توجد على الدرنات ذاتها وعند موضع اتصالها بالجذور الأرضيـــة – وبذا .. يصل العنصر إليها مباشرة . كما يحسن أن يكون جل التسميد بالكالســـيوم فـــى مراحل النمو السريع للدرنات فى أواخر مراحل النمو النباتى . ويفضل استعمال الأســمدة الذائبة وإضافتها مع ماء الرى بالتنقيط . ولتحقيق زيادة ملموسة فى تركيز الكالسيوم فى الدرنات يلزم التسميد بنحو ١٧٠كجم كالسيوم للهكتار (حوالى ٧٠ كجم للفدان ) مع مياه الرى بالتنقيط (عن Palta ١٩٩٦) .

وتؤدى زيادة الكالسيوم فى التربة – وخاصة فى صورة كربونات كالســـيوم – إلـــى ضعف تيسر البورون . ويمكن معالجة نقص البورون برش النموات الخضرية بالسليوبور Solubor (الذى يحتوى على ٢١٪ بورون) وليس بالبوراكس . وكإجراء وقائى – لتجنب ظهور أعراض نقص العنصر – يمكن إضافة البوراكس إلى التربة – مع الأسمدة الأخرى – بمعدل لا يزيد على ١٠ كجم للهكتار (٢,٤ كجم للفدان كحد أقصى) ؛ وهو ما يعنى إضافة حوالى كيلو جرام واحد من البورون للهكتار ، أو نحو ٢٤٠ جم من البورون للفدان .

كما وجد Mondy & Munshi ( ١٩٩٣ ) أن رش نباتات البطاطس بعد ١٠ أســابيع ، و ١٣ أسبوعًا من الزراعة بالبوراكس بمعدل ٣,٣٦ كجم/هكتار ( ١,٤ كجم/فـدان ) أدى إلى نقص التلون الإنــزيمى بالدرنات، ونقص محتواها الفينولى، مع زيادة محتواها مـــن حامض الأسكوربيك .

ويجب تجنب التسميد بأكثر من الكميات الموصى بها مـــن البـــورون ، وإلا ظـــهرت أعراض التسمم من البورون ؛ الأمر الذى تزداد خطورته عند احتواء مياه الرى على أكثر من جزء واحد أو جزأين فى المليون من العنصر .

## برامج التسميد

### التسميد فى الأراضى الثقيلة

تنصح وزارة الزراعة فى مصر بأن يكون تسميد البطاطس فى الأراضى الثقيلة علـــى النحو التالى :

١ – يضاف ٢٠–٣٠م$^{3}$ من السماد البلدى القديم المتحلل وقت تجهيز الأرض للزراعة.

٢ – يضاف – كذلك مع الأسمدة البلدية – ٦٠–٧٥ وحدة فوسفور فى صورة سماد سوبر فوسفات الكالسيوم ، أى حوالى ٤٠٠–٦٠٠ كجم من السماد للفدان .

٣ – تضاف حوالى ١٥٠–١٨٠ وحدة نيتروجين على ثلاث دفعات متساوية ؛ كما يلى:

أ – عند الزراعة – مع الأسمدة البلدية والفوسفاتية – فى صورة سلفات نشادر.

ب – بعد تكامل الإنبات – أى بعد نحو ٤٠–٥٠ يومًا من الزراعة – فى صورة سلفات نشادر كذلك .

جـ – بعد ذلك بنحو أسبوعين ، فى صورة نترات نشادر .

٤ – تضاف حوالى ٧٢–٩٦ وحدة بوتاسيوم – فى صورة سلفات بوتاسيوم – على دفعتين متساويتين : عند تكامل الإنبات ، وبعد ذلك بنحو أسبوعين ؛ أى مع الدفعتين الثانية والثالثة من الأسمدة الآزوتية ( وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٤ ) .

## التسميد فى الأراضى الرملية

### أولاً : التسميد السابق للزراعة :

تضاف الأسمدة العضوية والكيميائية السابقة للزراعة بإحدى طريقتين ؛ كما يلى :

١ – نثرا على سطح التربة ، ثم تغطى بحراثة الحقل مرةً أخرى ؛ وتلك هى الطريقة المفضلة عندما يكون الرى بطريقة الغمر .

٢ – سرًا فى باطن خطوط الزراعة؛ وهى تتبع مع أىٍ من نظم الرى الثلاثة : بالغمر، أو بالرش ، أو بالتنقيط .

ويتم التسميد بتخطيط الحقل أولاً على المسافات المرغوبة ، ثم تضاف الأسمدة نثرًا فى باطن خطوط الزراعة، ويلى ذلك شق خطوط جديدة بين الخطوط السابقة؛ الأمر الذى يؤدى إلى الترديم على الأسمدة المضافة تلقائيًا .

وتسمد حقول البطاطس – قبل الزراعة – بنحو ٣٠–٦٠م$^3$ من السماد البلدى (سماد الماشية) للفدان ، علما بأن البطاطس تعد من أكثر محاصيل الخضر استجابةً للتسميد العضوى . ويضيف بعض المزراعين كميات أكبر من ذلك تصل إلى ٨٠م٣ للفدان .

ويشترط فى السماد البلدى المستخدم أن يكون تام التحلل ، وخاليًا من بذور الحشائش ومسببات الأمراض . فإن لم يكن كذلك .. وجب أن يحل محله زرق الدواجن ( سماد الكتكتوت ) ، مع تخفيض الكمية المضافة منه إلى الثلث ( أى حوالى ١٠-٢٠م٣ فقط للفدان ) . ويفضل خلط السمادين بنسبة ٣ بلدى : ١ زرق دواجن ، مع الأخذ فى الحسبان أن وحدة الحجم من سماد زرق الدواجن تعادل فى قيمتها السمادية حوالى ثلاثة أمثالها من السماد البلدى ( سماد الماشية ) ؛ وبذا .. يضاف ١٥-٣٠م٣ فقط من السماد البلدى ، وتستبدل الـ ١٥-٣٠م٣ الأخرى بنحو ٥-١٠م٣ من سماد زرق الدواجن؛ لتصبح النسبة ٣:١ من السمادين على التوالى .

وكقاعدة استرشادية .. يضاف السماد العضوى فى بطن خط الزراعة بمعدل متر مكعب واحد لكل ١٢٠ مترًا طوليًا من خط الزراعة ، عندما تكون الكمية الموصى بها ٦٠م٣ للفدان ، والمسافة بين خطوط الزراعة ٦٠ سم .

ويلى ذلك نثر الأسمدة الكيميائية – التى يُرغب فى إضافتها قبل الزراعة – على السماد العضوى ، ويكون ذلك بالمعدلات التالية :

| العنصر | صورة العنصر | الكمية ( كجم ) | السماد المفضل |
|---|---|---|---|
| النيتروجين | N | ٢٠ | سلفات النشادر |
| الفوسفور | $P_2O_5$ | ٤٥ | السوبر فوسفات العادى |
| البوتاسيوم | $K_2O$ | ٢٠ | سلفات البوتاسيوم |
| المغنيسيوم | MgO | ٥ | سلفات الغنيسيوم |

أى يضاف نحو : ١٠٠ كجم سلفات نشادر ، و ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى ، و٤٠ كجم سلفات بوتاسيوم ، و ٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم للفدان .

وبالإضافة إلى ما تقدم .. يضاف الكبريت الزراعى إلى السماد العضوى – فى باطن خط الزراعة – بمعدل يتراوح بين ٢٥-٥٠ كجم للفدان ، وقد تضاف هذه الكمية نثرًا على سطح التربة. ويكون الهدف الأساسى من إضافة الكبريت – بأىٍّ من الطريقتين – هو خفض pH التربة فى منطقة نمو الجذور وليس التسميد بالكبريت ؛ نظرًا لأن النبات يحصل على حاجته من عنصر الكبريت من مختلف الأسمدة السلفاتية ، ومن الجبس الزراعى ، وبعض المبيدات .

**ثانيًا – أسمدة عناصر أولية تضاف عن طريق التربة ، أو مع ماء الرى بعد الزراعة :**

لا تُعطى حقول البطاطس أية أسمدة قبل إنبات التقاوى ، ثم توالى البطاطس بعد الإنبات بالتسميد بالعناصر الأولية بمعدل حوالى ١٠٠ كجم نيتروجينًا (N) ، و ١٥ كجم فوسفورا ( $P_2O_5$ ) ، و ١٠٠ كجم بوتاسيوم ($K_2O$) للفدان على النحو التالى :

١ - تستخدم اليوريا وسلفات الامونيوم (بنسبة ١ : ١ من النيتروجين المضاف) كمصدر للنيتروجين خلال الأسابيع الثلاثة الأولى بعد الإنبات ، ثم تستخدم سلفات النشادر – منفردة – أو مع نترات الأمونيوم بعد ذلك . وتتوقف النسبة المستخدمة من النيتروجين النتراتى على درجة الحرارة السائدة ؛ حيث تنتفى الحاجة إليه فى الجو الدافئ (لتحول الأمونيوم إلى نترات بسرعة فى هذه الظروف) ، بينما تزيد الحاجة إليه ( فى حدود ٢٥-٥٠٪ من كمية النيتروجين الكلى المضافة ) فى الجو البارد ( Hochmuth ١٩٩٢ ) .

هذا .. وتحصل نباتات البطاطس على كميات إضافية من النيتروجين تقدر بنحو ٢٠ كجم للفدان من حامض النيتريك الذى يستخدم فى إذابة الأملاح التى تسد النقاطات ( بنسبة ٢ فى الألف كلما دعت الضرورة ) ، ولإذابة سلفات البوتاسيوم ( كما سيأتى بيانه ) .

٢ – يستخدم سوبر فوسفات الكالسيوم العادى ، أو التربل سوبر فوسفات كمصدر للفسفور فى حالة التسميد الأرضى ، بينما يستخدم حامض الفوسفوريك فى حالة التسميد مع ماء الرى ؛ حيث تقل فرصة تثبيت الفوسفور المضاف ؛ لأن حامض الفوسفوريك يعمل على خفض pH ماء الرى ؛ الأمر الذى يمنع ترسيب الفوسفور ، حتى مع وجود الكالسيوم فى ماء الرى .

٣ – تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم، ويلزم – فى حالة إضافتها مع ماء الرى – عمل عجينة من السماد مع حامض النيتريك بنسبة ٤ : ١، وتركها يوما كاملاً قبل إذابتها فى الماء ، وأخذ الرائق للتسميد به .

كذلك يمكن استخدام أحد الأسمدة السائلة كمصدر للبوتاسيوم. وبالنظر إلى أن ما يوجد فى هذه الأسمدة من عنصر البوتاسيوم يكون جاهزًا لامتصاص النبات، ولا يفقد منه شئ ؛ لذا .. يمكن – عند استخدامها – خفض كمية البوتاسيوم ( $K_2O$ ) الموصى بها إلى النصف؛ فيستعمل منها ما يكفى لإضافة

٥٠ كجم $K_2O$ للفدان مع ماء الرى ، بالإضافة إلى الـ ٢٠ كجم الأخرى التى تضاف فى باطن الخط قبل الزراعة .

٤ - توزيع كميات عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالى :

أ - يزداد معدل التسميد بالنيتروجين - تدريجيًا - الى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد الإنبات بنحو ستة أسابيع، ثم تتناقص الكمية التى يسمد بها تدريجيًا إلى أن يتوقف التسميد نهائيًا قبل الحصاد بنحو أسبوعين.

ب - يزداد معدل التسميد بالفسفور - سريعًا - بعد الإنبات ، إلى أن يصل إلى أقصى معدلٍ له بعد نحو خمسة أسابيع من الإنبات ، ثم تتناقص الكمية المضافة - تدريجيًا - إلى أن يتوقف التسميد بالفوسفور نهائيًا قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع .

جـ - يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم - ببطء - إلى أن يصل إلى أقصى معدلٍ له بعد نحو ١٠-١٢ أسبوعًا من الإنبات - حسب التبكير فى نضج الصنف المزروع - ثم تتناقص الكمية المضافة منه - تدريجيًا - إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم تمامًا قبل الحصاد بنحو أسبوعٍ واحدٍ .

٥ - تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوعٍ من موسم النمو - حسب مرحلة النمو النباتى - ثم تضاف بالكيفية التالية :

أ - فى حالة الرى السطحى :

تخلط الأسمدة معًا ، وتضاف على فتراتٍ أسبوعيةٍ - تكبيشًا - الى جانب النباتات ، وعلى مسافة ٧ سم من قاعدتها . ويمكن إضافة الأسمدة سرًا إلى جانب النباتات عندما يكبر حجمها وتتشعب جذورها .

ب - فى حالة الرى بالرش :

تخلط الأسمدة معا . وتضاف نثرًا حول قاعدة النباتات على فترات أسبوعية. كذلك يمكن التسميد بالآزوت مع ماء الرى بالرش خلال النصف الثانى من حياة النبات ، حينما تكون جذوره قد تشعبت فى الحقل إلى درجةٍ تسمح بأكبر استفادةٍ ممكنةٍ من الأسمدة المضافة التى تتوزع مع ماء الرى فى كل الحقل . ويلزم فى هذه الحالة تشغيل جهاز الرى بالرش أولاً بدون سماد ، لمدة تكفى

لبلّ سطح التربة ، وبل أوراق النبات ، وإلا فقد السماد بتجمعه فى التربة مع ماء الرى . يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسةٍ فى الحقل، ويعقب ذلك الرى بالرش دون تسميد لمدة ١٠-١٥ دقيقة بغرض غسل السماد من على الأوراق، وتحريكه فى التربة ، والتخلص من آثاره فى جهاز الرى بالرش .

كذلك يمكن باتباع الطريقة السابقة ذاتها التسميد بكلٍّ من عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم - بالإضافة إلى النيتروجين - وذلك باستعمال الأسمدة المركبة السائلة أو السريعة الذوبان، كما قد تستعمل الأسمدة التجارية المفردة بالطريقة الموضحة تحت موضوع التسميد فى حالة الرى بالتنقيط .

جـ - فى حالة الرى بالتنقيط :

يتم التسميد مع ماء الرى بالتنقيط - عادةً - ست مراتٍ أسبوعيًا، ويخصص اليوم السابع للرى بدون تسميد .. وتوزع الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على أيام التسميد الستة بأحد النظم التالية :

( ١ ) تخلط جميع الأسمدة المخصصة لليوم الواحد، ويسمد بها معا، وهذا هو النظام المفضل .

( ٢ ) يخصص يومان للتسميد الآزوتى ، ثم يوم للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ... وهكذا .

( ٣ ) تخصص ثلاثة أيام منفصلة للتسميد الآزوتى ، والفوسفاتى ، والبوتاسى، ثم تعاد الدورة ... وهكذا .

ويمكن - فى حالة التسميد مع ماء الرى بالتنقيط - استبدال الأسمدة التقليدية بالأسمدة المركبة السائلة ، أو السريعة الذوبان إذا كان استخدامها اقتصاديًا ، ويتوقف تحليل السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتى؛ حيث يمكن استعمال سماد تحليله ١٩-٦-٦ لمدة أربعة أسابيع بعد الإنبات، يحل محله سماد تركيبه ٢٠-٥-١٥ إلى نهاية الأسبوع الثامن، ثم يحل محله سماد تركيبه ١٥-٥-٣٠ إلى ما قبل الحصاد بنحو أسبوعين .

يكون استخدام هذه الأسمدة بكمياتٍ تفى بحاجة النباتات من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم . وكما سبق أن أوضحنا .. فإن العناصر

الغذائية فى تلك الأسمدة تكون جاهزة لأن تمتصها النباتات مباشرة، ولا يفقد منها شئ؛ لذا .. يمكن عند استخدامها خفض كمية عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم الموصى بها إلى ٥٠ كجم N ، و ٥٠ كجم $K_2O$ للفدان . أما الفوسفور .. فتبقى الكمية الموصى بها بعد الزراعة – وهى ١٥ كجم $P_2O_5$ للفدان – كما هى ؛ نظرًا لأن التسميد المنفرد بالفوسفور يكون بحامض الفوسفوريك الجاهز للامتصاص السريع على أية حال .

ويكفى – عادةً – نحو ١,٥ كجم ( أو ١,٥ لترًا ) من تلك الأسمدة للفدان يوميًا بعد إنبات التقاوى ، ثم تزداد الكمية – تدريجيًا – إلى أن تصل إلى نحو ٣–٤ كجم يوميًا فى منتصف موسم النمو، ثم تتناقص – تدريجيًا – إلى أن تصل إلى ١,٥ كجم للفدان يوميًا – مرةً أخرى – قبيل انتهاء موسم الحصاد .

وكما فى حالة التسميد بالأسمدة التقليدية .. يلزم تخصيص يوم واحدٍ أو يومين أسبوعيًا للرى بدون تسميد؛ بهدف خفض تركيز الأملاح فى منطقة نمو الجذور .

هذا .. ويتعين عدم التسميد – مع ماء الرى – بالأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات (مثل حامض الفوسفوريك)، أو الكبريتات (مثل : سلفات الأمونيوم وسلفات البوتاسيوم) عند احتواء ماء الرى على تركيزات عاليةٍ من الكالسيوم ؛ لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم .

### ثالثاً – أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة :

أن أهم العناصر الكبرى الأخرى – بخلاف عناصر : النيتروجين ، والفوسفور والبوتاسيزم – هى عناصر : الكبريت ، والمغنيسيوم ، والكالسيوم .

يحصل النبات على حاجته من عنصر الكبريت – بصفةٍ أساسية – من كبريتات الأمونيوم وكبريتات البوتاسيوم، وسوبر فوسفات الكالسيوم ، والجبس الزراعى (الذى يستخدم لإصلاح الأراضى الشديدة القلوية – مع الغمر – كل سنتين ) ، والكبريت الزراعى ( الذى قد يستعمل بغرض خفض pH التربة )، بالإضافة إلى ما يوجد من كبريت بالأسمدة الورقية ، وبعض المبيدات . ولا توجد حاجة إلى أية إضافات أخرى من هذا العنصر .

كذلك يحصل النبات على حاجته من المغنيسيوم من سلفات المغنيسيوم التى تضاف قبل الزراعة ، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة ؛ سواء تلك التى تستخدم فى مد النبات بحاجته من العناصر الأولية ( النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ) ، أم الأسمدة الورقية ؛ لذا .. لا يحتاج الأمر إلى مزيد من التسميد بالمغنيسيوم ، إلاّ إذا ظهرت أعراض نقص العنصر ؛ حيث يسمد – حينئذٍ – بكبريتات المغنيسيوم بمعدل ٥ كجم للفدان ؛ إما رشًا ، وإما مع ماء الرى بالتنقيط ، مع تكرار المعاملة أسبوعيًا إلى أن تختفى أعراض نقص العنصر .

أما الكالسيوم .. فيحصل النبات على معظم حاجته منه من سوبر فوسفات الكالسيوم ومن الجبس الزراعى الذى قد تعامل به التربة ، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة بنوعيها . ويراعى – دائما – عدم إضافة الأسمدة المحتوية على الكالسيوم – إلى ماء الرى – مع الأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات ، أو الكبريتات ؛ لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم .

وإذا دعت الحاجة إلى التسميد بالكالسيوم ، فإنه يمكن استعمال سماد نترات الكالسيوم الجيرى (عبود) يحتوى هذا السماد على عنصر النيتروجين – على صورة نترات – بالإضافة إلى الكالسيوم، كما أنه يخلف شوائب عند محاولة إذابته؛ لذا .. يجب خصم كمية النيتروجين المضافة - عند استعمال هذا السماد كمصدرٍ للكالسيوم – من كمية النيتروجين الكلية التى يُرغب فى إضافتها ، مع استعمال رائق السماد فقط فى التسميد .

### رابعاً – أسمدة العناصر الصغرى :

تستجيب البطاطس – كغيرها من محاصيل الخضر – إلى التسميد بالعناصر الصغرى : (الحديد، والزنك، والمنجنيز، والنحاس)، ولكنها تتعرض للتثبيت إذا كانت إضافتها عن طريق التربة، أو مع ماء الرى؛ لأن هذه العناصر تثبت فى الأراضى القلوية، فى حين أن جميع الأراضى الصحراوية قلوية؛ لذا لا تفضل إضافة هذه العناصر عن طريق التربة إلا فى صورة مخلبيةٍ .

ويمكن إضافة ملح الكبريتات لهذه العناصر بطريقة الرش بمعدل ١-١,٥ كجم مع ٤٠٠ لتر ماءٍ للفدان. وإذا استخدمت الصورة المخلبية لهذه العناصر رشًا على الأوراق .. فإنها تستعمل بمعدل ٠,٢٥-٠,٥٠ كجم فى ٤٠٠ لتر ماءٍ للفدان .

أما عنصر البورون .. فإنه يضاف دائما فى صورة معدنية على صورة بوراكس ؛ إما عن طريق التربة بمعدل ٥-١٠ كجم للفدان، وإما رشًا على الأوراق بمعدل ١-٢ كجم فى ٤٠٠ لتر ماءٍ للفدان .

ويمكن استبدال الأسمدة المفردة - التى سبق ذكرها - بالأسمدة المركبة وهى كثيرة جدًا . تعطى أربع رشات من هذه الأسمدة؛ تكون أولاها بعد إنبات التقاوى بنحو ثلاثة أسابيع ثم كل ثلاثة أسابيع بعد ذلك .

## برامج التسميد الشائعة فى المملكة العربية السعودية

لا تسمد البطاطس - عادةً - فى المملكة العربية السعودية بالأسمدة العضوية ، بينما تعطى أسمدة كيميائية بواقع حوالى ٢٠٠-٢٥٠ كجم من النيتروجين للهكتار (٨٥-١٠٥ كجم للفدان) ، تضاف بإحدى ثلاث طرقٍ ؛ كما يلى :

١ - فى الأراضى التى يتبع فيها نظام الرى المحورى : يضاف حوالى ١٥٠ كجم للهكتار (٦٢,٥ كجم للفدان) نيتروجينًا سرًا إلى جانبى التقاوى عند الزراعة، وإلى أسفل منها قليلاً ، وحوالى ١٠٠ كجم للهكتار ( ٤٢,٥ كجم للفدان ) عند بداية تكوين الدرنات حينما تبلغ النباتات حوالى ١٥-٢٠ سم طولاً .

٢ - فى الأراضى المتوسطة القوام والخفيفة والملحية التى يتعين فيها غسيل الأملاح: يضاف حوالى ١٠٠ كجم للهكتار (٤٢,٥ كجم للفدان) نيتروجينًا سرًا إلى جانب التقاوى عند الزراعة ، ونحو ١٥٠ كجم أخرى للهكتار (٦٢,٥ كجم للفدان) على دفعتين متساويتين أثناء نمو المحصول ، تكون الأولى منهما بعد بداية تكوين الدرنات مباشرةً ، بينما تكون الثانية بعد ذلك نحو ١٥-٢٠ يومًا .

٣ - فى الأراضى الرملية الخفيفة التى تحتاج إلى ريٍّ متكررٍ : يضاف حوالى ١٠٠ كجم فقط من النيتروجين للهكتار (٦٢,٥ كجم للفدان) عند الزراعة، بينما تضاف الكمية الباقية على دفعات أثناء نمو النباتات .

ويسمد الحقل -عادةً- عند الزراعة بأسمدة يكون تحليلها ١٥-١٥-٦-٤ ، أو ١٨-١٨-٥-١,٥ ، وإذا كانت التربة غنيةً بالبوتاسيوم ، فإنه قد تستعمل أسمدة تحليلها ٢٠-٢٠- صفر، أو ٢٣-٢٣-صفر. وتفضل إضافة هذه الأسمدة سرًا إلى جانبى التقاوى ، وفى مستوى منخفضٍ عنها قليلاً دون أن تلامسها . ويجرى ذلك آليًا عند

الزراعة باستعمال آلة الزراعة ذاتها . يكون النيتروجين في هذه الأسمدة المركبة في صورتيه النيترانية والأمونيومية، إلاّ أن الصورة الأمونيونية تتحول - غالبًا - في التربة إلى الصورة النترانية قبل أن يمتصها النبات .

وإذا أضيف ١٥٠ كجم نيتروجينًا للهكتار (٦٢,٥ كجم للفدان) قبل الزراعة ، فإنه يضاف نحو ٢٢٠ كجم يوريا للهكتار ( ٩٢ كجم للفدان) عند بداية وضع الدرنات . وتضاف اليوريا آليًا على جانب خط الزراعة .

وفي الزراعات التي تروى بنظام الري المحوري فإنها تسمد - عند الزراعة - بنحو ٦٠ كجم نيتروجينًا، و ١٥٠ كجم $P_2O_5$ للفدان للهكتار (٢٥ كجم نيتروجينًا، و ٦٢,٥ كجم $P_2O_5$ للفدان ) . ويستعمل - غالبًا - سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم الذي يبلغ تحليله ١٨-٤٨-صفر . وبعد وضع الدرنات يضاف النيتروجين منفردًا - عادةً - في صورة يوريا ، خمس مرات إلى سبع ، بمعدل ٢٠ كجم نيتروجينًا للهكتار (٨,٥ كجم للفدان ) في كل مرة .

هذا .. وتنبغي مراعاة الحرص عند إضافة النيتروجين مع مياه الري بالرش عند احتواء مياه الري على تركيزات عاليةٍ من الأملاح ؛ حتى لا يؤدي ذلك إلى احتراق أوراق النباتات .

وبالنسبة لعنصر الفوسفور فإنه يضاف تلقائيًا مع النيتروجين المستعمل عند الزراعة، سواء أكانت إضافتهما في صورة أسمدة مركبة (١٥-١٥-٦-٤ أو ١٨-١٨-٥-١,٥) ، أم في صورة سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم ( ١٨-٤٨-صفر ). وسواء أضيف النيتروجين بمعدل ١٥٠ كجم للهكتار ( ٦٢,٥ كجم للفدان ) في صورة سماد مركب ، أم بمعدل ٦٠ كجم للهكتار ( ٢٥ كجم للفدان ) في صورة فوسفات ثنائي الأمونيوم فإن ذلك يعني - تلقائيًا - إضافة ١٥٠ كجم من $P_2O_5$ للهكتار ( ٦٢,٥ كجم للفدان ) أيًا ما كان السماد المستعمل . ونظرًا لأن الفوسفور لا يفقد من التربة بالرشح ، فإنه لا توجد أية ضرورة لإضافات أخرى منه أثناء نمو المحصول .

ونظرا لأن معظم الأراضي والمياه - في المناطق التي تنتشر فيها زراعة البطاطس في المملكة العربية السعودية - تعد غنيةً بعنصر البوتاسيوم ؛ لذا .. لا تعطى أهمية كبيرة للتسميد بهذا العنصر ، ولكن يتعين إضافة جرعاتٍ من البوتاسيوم في مرحلة النمو

التى تزيد فيها – بشدة – حاجة النباتات إلى هذا العنصر ؛ وهى الفترة التى تمتد من بداية الإزهار حتى الحصاد ، مع تركيز التسميد البوتاسى ابتداءً من بعد الإزهار بنحو أسبوعين إلى ما قبل الحصاد بنحو أسبوعين آخرين. ويمكن استعمال الأسمدة البوتاسية السائلة ، أو سماد سلفات البوتاسيوم ، لكن يجب تجنب استعمال سماد كلوريد البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم (عن Van der Zaag ١٩٩١).

ولمزيد من التفاصيل المتقدمة عن أهمية العناصر للبطاطس واحتياجاتها السمادية منها .. يراجع Harris ( ١٩٧٨ ) .

# استعمالات منظمات النمو

## تثبيط نمو البراعم

يكون الغرض من معاملة النباتات فى الحقل قبل الحصاد بمثبطات التبرعم Sprout inhibitors هو وقف تبرعم درنات المحصول المزمع تخزينه لفترةٍ قبل استهلاكه؛ وذلك حتى لا تصل إلى المستهلك وهى نابتة. وتجرى هذه المعاملة فى الحقل بأحد المركبين التاليين :

١ – الماليك هيدرازيد Maleic hydrazide :

الماليك هيدرازيد هو ملح البوتاسيوم لـ 1,2,dihydro-3,6-pyridazinedione ويستخدم هذا المركب بتركيز ١٠٠٠–٦٠٠٠ جزء فى المليون عندما تبدأ الأوراق السفلى للنبات فى الاصفرار ، ويكون ذلك عادةً قبل الحصاد بنحو ٤–٦ أسابيع. وتكفى هذه المعاملة لمنع تزريع الدرنات المنتجة لمدة ستة أشهرٍ عند تخزينها فى درجة حرارة تتراوح من ٤–٢٠°م، دون أن يكون للمعاملة أية تأثيراتٍ جانبيةٍ على المحصول، أو الكثافة النوعية للدرنات. ومن الضرورى الالتزام بالتوقيت الصحيح للمعاملة ، لأن إجراءها باكرًا عند وضع الدرنات يؤدى إلى نقص المحصول ، وزيادة نسبة الدرنات المشوهة ، بينما لا تكون المعاملة مجدية إذا أجريت بعد تمام تكوين الدرنات ؛ لأن المادة يجب أن تمتص عن طريق الأوراق الخضراء ، وتسرى مع الغذاء المجهز إلى الدرنات ؛ التى يكون قطرها عند المعاملة ٢,٥ سم ، حتى تحدث تأثيرها .

٢ – ميثيل إسترنفثالين حامض الخليك methyl ester of naphthalene-acetic acid :

هذا المركب قليل الاستعمال فى الحقل ، وقد كان مستعملاً بكثرةٍ فى معاملة الدرنات أثناء التخزين ، وسيأتى شرحه فى الفصل الخاص بالتداول والتخزين .

## كسر سكون درنات التقاوى

يستعمل حامض الجبريلليك فى كسر سكون الدرنات المستعملة كتقاو وتحفيز نمو براعمها؛ وذلك بغمر الدرنات فى محلول من منظم النمو بتركيز جزءٍ واحدٍ فى المليون قبل زراعتها. وتسمح هذه المعاملة بزراعة التقاوى مباشرة، وتفيد - بصورةٍ خاصةٍ - مع الأصناف التى تمر بفترة سكونٍ طويلةٍ قبل أن تصبح قادرةً على الإنبات؛ مثل الأصناف ذات الدرنات الحمراء .

## زيادة دكنة اللون الأحمر للدرنات الحمراء

يفيد التحفير بالـ ٢،٤-د 2,4-D كمسحوقٍ بتركيز ١٪ بمعدل ٨٠ جرامًا للهكتار ( ٣٣ جم/فدان) قبل مرحلة تكوين البراعم الزهرية، ثم مرةً أخرى بعد ١٠-١٥ يوما .. تفيد هذه المعاملة فى زيادة دكنة اللون الأحمر فى الأصناف ذات الجلد الأحمر ، ولكن هذه المعاملة ليست شائعةً ، ولا يوصى بها ( عن Read ١٩٨٢ ) .

## إنتاج درنات صغيرة الحجم

أفادت معاملة النموات الخضرية للبطاطس بالإثيفون بمعدل ٣٠٠ جم من المادة الفعالة للهكتار (١٢٥ جم/فدان) فى زيادة عدد الدرنات المتكونة مع نقص فى حجمها ، مقارنة بمعاملة الشاهد . وقد صاحب هذه المعاملة نقص فى الكثافة النوعية للدرنات ، وزيادة فى نسبة الدرنات المشوهة ، مع نقصٍ فى الإصابة بالقلب الأجوف، ولكن لم يتأثر لون البطاطس عند تحميرها (Rex ١٩٩٢). وربما تفيد هذه المعاملة فى حقول إنتاج التقاوى .

كذلك وجد Bandara & Tanino (١٩٩٥) أن رش نباتات البطاطس بالبكلوبترازول Paclobutrazol بتركيز ٤٥٠ جزءاً فى المليون - خلال المرحلة الأولى لتكوين الدرنات - أدى إلى مضاعفة عدد الدرنات المتكونة/نبات - تقريبا - دون التأثير على المحصول الكلى. كذلك أدت المعاملة إلى زيادة فترة سكون الدرنات بنحو ثلاثة أسابيع؛ وبذا ..فإن هذه المعاملة تفيد فى إنتاج درنات صغيرة الحجم .

## التخلص من الثمار

لاشك أن أزهار وثمار البطاطس تستهلك جزءاً من طاقة النبات يمكن توجيهها إلى الدرنات. كما أن سقوط الثمار بما فيها من بذور على الأرض يحفز استمرار تواجد وتكاثر

مسببات الأمراض والآفات المرضية التى تصيب البطاطس. وعلى الرغم من أن موضوع إثمار البطاطس لا يعد مشكلةً فى مصر ..إلا أنه قد يكون مشكلةً فى بلدانٍ عربيةٍ أخرى .

وقد تمكن Veerman & Loon (١٩٩٣) من منع عقد ثمار البطاطس كليةً فى صنف البطاطس فان جوخ برش النباتات فى المراحل المبكرة لتكوين البراعم الزهرية بمركب MCPA بمعدل ٥٠٠-٧٥٠ جرامًا من المادة الفعالة للهكتار (٢١٠ إلى ٣١٥ جم/فدان)، أو بالإثيفون بمعدل ١٤٤-١٩٢ جرامًا من المادة الفعالة للهكتار (٦٠-٨٠ جم/فدان) . وبينما لم تكن لمعاملة MCPA أية تأثيرات على كمية المحصول أو نوعية الدرنات، فإن معاملة الإثيفون أنقصت نسبة الدرنات التى يزيد قطرها على ٥ سم .

## التخلص من النموات الخضرية

يفيد التخلص من النموات الخضرية فى تسهيل عملية الحصاد ، ويعتبر هارفيد Harvade من أكثر منظمات النمو استخداماً لهذا الغرض. وهو يستعمل بمعدل ٠,٣-١,١ كيلوجراما للهكتار (حوالى ٠,١٢٥-٠,٤٦٠ كجم/فدان) قبل الموعد المتوقع للحصاد بنحو ١٤-٢٠ يومًا ( عن Read ١٩٨٢ ) .

## تطبيقات مختلف مجموعات منظمات النمو

### ١ – الكينينات :

وجد أن الكينينات Kinins ( مثل الكينتين Kinetin ، والزياتين Zeatin ، والبنزيل أدنين Benzyladenine ) تؤدى إلى كسر سكون درنات البطاطس ، وقد كان نقع الدرنات فى البنزيل أدنين Benzyladenine بتركيز ٢٠ جزءاً-١٠٠ جزء فى المليون أكثر فاعليةً فى كسر سكون الدرنات من المعاملة بأى من الكينتين أو حامض الجبريلليك . كذلك تؤدى المعاملة بالكينينات إلى إضعاف السيادة القمية .

وقد أدت معاملة نباتات البطاطس فى الحقل بالبنزيل أدنين إلى زيادة أعداد السيقان وأطوالها . كما أدى الرش بمعدل ٢,٨ جم من الكينتين المستخلص من الأعشاب البحرية/هكتار إلى إحداث زيادة جوهريةٍ فى محصول الدرنات مع زيادة تجانسها فى الحجم . هذا .. إلا أن فاعلية المعاملة بالكينينات – فى هذا الشأن – تختلف باختلاف الأصناف .

ومن المركبات الجديدة ذات التأثيرات المشابهة لتأثير السيتوكينيات - وإن كان يمثل عائلة جديدة من الهرمونات النباتية - مركب 1-(m)-methoxybenzyl-3-nitroguandine ؛ الذى يأخذ الرمز الكودى AC 243,654 . وقد أدت معاملة نباتات البطاطس بهذا المركب بعد أسبوعين من الإنبات بمعدل كيلو جرام واحد أو أربعة كيلو جرامات للهكتار (٠,٤٢-١,٦٧ كجم/فدان) إلى التبكير فى وضع الدرنات بنحو أسبوع ، وتأخير شيخوخة النبات، وزيادة المحصول الكلى ، ومحصول الدرنات الكبيرة الحجم، مع نقص عدد الدرنات/نبات ومحصول الدرنات الصغيرة الحجم (Pavlista ١٩٩٣) .

### ٢ - حامض الجبرلليك :

بينما تؤدى معاملة الدرنات الساكنة بحامض الجبريلليك إلى سرعة إنباتها عن الدرنات الساكنة غير المعاملة، فإنها تؤدى - كذلك - إلى زيادة عدد الدرنات ونقص حجمها؛ الأمر الذى لا يناسب الإنتاج التجارى للبطاطس ؛ الذى يفضل فيه أن تكون الدرنات كبيرة الحجم ، ولكن هذا التأثير قد يكون مرغوبا فيه فى حقول إنتاج التقاوى ، وكبديل لزيادة كثافة الزراعة عند ارتفاع ثمن التقاوى .

كذلك أدى رش نباتات البطاطس بالجبريللين بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون قبل الحصاد بنحو أسبوعين إلى تحفيز تبرعم الدرنات بعد حصادها. وأدى استعمال تركيزات من منظم النمو أعلى من ١٠ أجزاء فى المليون إلى إنتاج درنات ثانوية على الدرنات الأولية .

وقد أفادت معاملة درنات محصول العروة الصيفية بالجبريللين - بتركيز جزء واحد فى المليون - فى كسر سكون الدرنات لأجل استعمالها كتقاو للعروة الخريفية، وكان محصول العروة الخريفية أعلى عندما عوملت تقاويها بكلٍ من الجبريللين والراينديت معا.

كذلك استفاد مربو البطاطس من المعاملة بالجبريللين فى زيادة أعداد الأزهار التى يمكن استعمالها فى إجراء التلقيحات .

ولما كانت المعاملة بالجبريللين تحفز نمو البراعم ، فقد أمكن الاستفادة منها فى الكشف عن إصابة الدرنات بالفيروسات .

### ٣ - منظم النمو ومبيد الحشائش ٢ ، ٤-د :

إلى جانب تأثير منظم النمو ٢،٤-د فى زيادة دكنة اللون الأحمر لدرنات البطاطس

ذات الجلدة الحمراء – والذى أسلفنا بيانه – فإن المعاملة بهذا المركب تؤدى إلى زيـــادة الكثافة النوعية للدرنات ، وزيادة أعدادها ، وزيادة نسبة الدرنات المتوســـطة الحجـم . ولكن لا يوصى بإجراء هذه المعاملة .

### ٤ – الألار Alar ( أو B-9 ) :

أدت المعاملة بالألار N-Dimethyl Amino Succinamic Acid فى الحقل إلى تثبيط نمو السيقان ، وزيادة محصول الدرنات وعددها ، وكذلك زيادة نسبة الدرنات متوسطة الحجم. وتزداد فاعلية المعاملة عندما تجرى مبكرًا خلال موسم النمو ؛ وتفيد هذه المعاملـــة فـــى حقول إنتاج تقاوى البطاطس ، ولكن لا يوصى باتباعها .

### ٥ – الكلورمكوات Chlormequat ( أو CCC ) :

أدت المعاملة بالكلورمكوات 2-Chloroethyl Trimethylammonium Chloride إلـــى تثبيط استطالة السيقان ، وزيادة محصول الدرنات ، وخاصة عندما أجريت بعد ٦٤ يومًـــا من الزراعة بمعدل ١ كجم/هكتار (حوالى ٠,٤٢ كجم/فـــدان ) ( Stallknecht ١٩٨٣ ) ، ولكن لا يوصى بإجراء هذه المعاملة .

### ٦ – الترايا كونتانول :

أدت معاملة نباتات البطاطس ثلاث مرات بالترايا كونتانول بتركيز ٥ ميكروجرام/لـــتر ابتداءً من بعد زراعتها بمدة ٤٥ يومًا .. أدت إلى زيادة محصول الدرنـــات بنســـبة ٢٩٪ (Kapitsimadi ١٩٩٥) .

الفصل السابع

# النمو والتطور

## تأثير العوامل البيئية على النمو الخضرى والدرنى لنبات البطاطس

يتأثر نبات البطاطس فى جميع مراحل نموه وتطوره بالعوامل البيئية. وقد سبق بيان تأثير هذه العوامل على نبات البطاطس بوجهٍ عامٍ فى الفصل الرابع. ونتناول الآن تأثير العوامل الجوية على النمو الخضرى والدرنى للنبات بشئٍ من التفصيل .

### تأثير درجة الحرارة

يتأثر نمو وتطور نبات البطاطس بدرجة الحرارة على الوجه التالى :

#### إنبات الدرنات

تزيد سرعة الإنبات كثيرًا بارتفاع الحرارة حتى ٢٤°م ، كما هو مبين فى جدول (٧-١). ويتضح من الجدول أن أنسب درجة حرارةٍ لإنبات درنات البطاطس تتراوح بين ٢١°م و ٢٤°م ( Yamaguchi وآخرون ١٩٦٤ ) .

جدول ( ٧-١ ) : تأثير درجة الحرارة على سرعة إنبات درنات البطاطس .

| المجال الحرارى ( °م ) | عدد الأيام اللازمة حتى | |
|---|---|---|
| | ٥٠٪ إنبات | ١٠٠٪ إنبات |
| ١٠-١٢,٧ | ٢٨ | ٣٦ |
| ١٥,٥-١٨,٣ | ١٣ | ٢٠ |
| ٢١.١-٢٣,٨ | ٨ | ١٣ |
| ٢٦,٦-٢٩,٤ | ١٢ | ١٥ |

## النمو الخضرى

أوضح Bodlaender (١٩٦٠) أنه لم تحدث أية زيادة فى طول ساق نبات البطاطس فى حرارة أقل من ٧–٨°م ، ثم ازداد طول الساق تدريجيًا بارتفاع درجة الحرارة ، إلى أن وصل طول الساق إلى أقصى مدى له فى حرارة ١٨°م–٢٠°م ، وكانت الزيادة فى طول الساق فى الحرارة العالية أكبر منها فى الحارة المنخفضة. ولم يجد الباحث اختلافًا بين حرارة النهار وحرارة الليل فى التأثير على طول الساق . أما الأوراق والوريقات ، فقد كانت – عادةً – أكبر حجما ، وكان لونها الأخضر أكثر دكنةً عندما كانت درجة الحرارة مرتفعةً نهارًا ومنخفضةً ليلاً . وأدت حرارة الليل المرتفعة إلى موت الأوراق بسرعةٍ أكبر مما لو كانت حرارة الليل منخفضةً ، ولكن معدل تكوين الأوراق الجديدة ازداد فى المقابل؛ الأمر الذى أدى إلى زيادة العدد النهائى لأوراق النبات فى الحرارة العالية . وقد توصل Bodlaender من دراسته إلى أن أفضل المعدلات الحرارية كانت من ١٨°م–٢٠°م لنمو السيقان ، و ١٢°م–١٤°م لنمو الأوراق، وأن ارتفاع الحرارة ليلاً يؤدى إلى نقص نسبة الأوراق إلى السيقان .

كذلك درس Borah & Milthorpe ( ١٩٦٢ ) تأثير الحرارة الثابتة : ١٥ ، و ٢٠ ، و ٢٥°م، والحرارة المتغيرة : ٢٠°م نهارًا مع حرارة ١٠°م ، أو ١٥°م ، أى ٢٠°م ، أو ٢٥°م ليلا ، ووجدا أن نمو البطاطس فى الحرارة الثابتة العالية ٢٥°م أعطى أكبر نمو خضرى للسيقان والأوراق ، وأكبر قدر من التفريع . وقد أكد Scaramella Petri (١٩٦٣) تلك النتائج؛ حيث وجد أن سيقان نباتات البطاطس كانت أكثر طولاً فى حرارة ٢٥°م منها فى حرارة ١٥°م ، أو ٢٠°م ، وكان هذا النمو الخضرى القوى مصاحبا بضعفٍ فى نمو الأجزاء تحت الأرضية للنبات ؛ مما أدى إلى نقص المحصول .

وتأييدا لما سبق بيانه من أن الحرارة العالية تؤدى إلى زيادة طول النبات، وجد Krug (١٩٦٣) أن نباتات البطاطس – عندما كانت الحرارة ١٢°م نهارًا ، و ٨°م ليلاً لمدة ٤٠ يوما ، ثم زيدت إلى ١٦°م نهارا ، و ١٢°م ليلاً – كانت أكثر اندماجًا مما لو كانت الحرارة أعلى من ذلك .

أما درجة حرارة التربة المثلى للنمو الخضرى المتوازن مع النمو الدرنى فإنها تتراوح بين ١٥°م و ١٨°م ، وتؤدى الحرارة الأعلى من ذلك إلى زيادة طول الساق وزيادة وزن النمو الخضرى ، وخاصة عندما تكون حرارة الهواء منخفضةً ( ١٧°م نهارا ، و ١١°م ليلاً ) (عن Boadlander ١٩٦٣) .

وتوجد علاقة طردية خطية بين معدل ظهور الأوراق الجديدة فى البطاطس ودرجة الحرارة بين ٩ْم و ٢٥ْم ، ولكن هذه الزيادة لا تستمر فى معدل تكوين الأوراق الجديدة مع استمرار ارتفاع درجة الحرارة عن ٢٥ْم . وقد قدر المعامل الحرارى Temperature Coefficient لمعدل ظهور الأوراق الجديدة بنمو ٠,٠٣٢ ورقة/درجة حرارية يومية degree days، مع اعتبار أن درجة الأساس هى الصفر المئوى. كما نقصت فترة استكمال نمو الورقة الواحدة مع ارتفاع الحرارة حتى ٢٥ْم ، حيث كانت الدرجة الحرارية اليومية الطبيعية ثابتةً عند ١٧٠ْم ، باعتبار أن حرارة الأساس هى الصفر المئوى (Kirk & Marshall ١٩٩٢) .

كما وجد Almekinders & Struik ( ١٩٩٤ ) أن ارتفاع درجة الحرارة بين ١٥ْم ، و٢٧ْم أدى إلى زيادة عدد الفروع الجانبية .

وقد تبين من دراسات Gawronska وآخرين (١٩٩٢) أن الحرارة العالية (٣٥ْم نهارا/٢٥ْم ليلاً ) أدت إلى خفض الإنتاج الكلى للمادة الجافة، وغيرت من توزيعها فى النبات لصالح النمو الخضرى وعلى حساب النمو الدرنى ؛ وذلك مقارنةً بالحرارة المعتدلة ( ٢٥ْم نهاراً / ١٢ْم ليلاً ) .

وقد وجد Hammes & Jager (١٩٩٠) أن صافى البناء الضوئى انخفض فى البطاطس بارتفاع درجة الحرارة عن ٢٠ْم . وفى حرارة ٤٠ْم .. كان معدل البناء الضوئى ٣٧٪ من معدله فى حرارة ٢٠ْم . وعندما حُوفظ على حرارة الهواء ثابتةً عند ٢٠ْم بينما زيدت حرارة التربة – فقط – إلى ٤٠ْم .. كان معدل البناء الضوئى ٧٢٪ من معدله عند حرارة تربةٍ وهواءٍ مقدارها ٢٠ْم .

كذلك أوضح Thornton وآخرون (١٩٩٦) أن الحرارة العالية ( ٣٥ْم نهارا ، و٢٥ْم ليلاً، مقارنةً بحرارة ٢٥ْم نهاراً ، و ١٢ْم ليلاً) أدت إلى نقص الوزن الجاف الكلى لجميع أصناف البطاطس التى شملتها الدارسة ، وظهر أكبر تأثير للحرارة العالية فى الصنف رصّت بربانك الحساس للحرارة ، كما بدا أن اختلاف الأصناف فى مدى تحملها للحرارة العالية كان مرتبطاً بمدى تأثر نسبة التنفس إلى البناء الضوئى فيها بالحرارة العالية .

### تكوين ونمو السيقان الأرضية

تؤثر درجة الحرارة على تكوين ونمو السيقان الأرضية؛ فعندما تكون درجة الحرارة

فى المجال الملائم لنبات البطاطس نجد أن السيقان الأرضية تبدأ فى النمو والاستطالة من وقت ظهور النبات فوق سطح التربة. وعند ارتفاع درجة الحرارة نجد أن نمو السيقان الأرضية يتأخر لحين تكوّن عدة أوراق ؛ لأن تكوين السيقان الأرضية يرتبط بتراكم المواد الكربوهيدراتية فى ساق النبات أسفل سطح التربة ، وهو الأمر الذى لا يحدث بسرعة عند ارتفاع درجة الحرارة بسبب استهلاك نسبة عاليةٍ من الغذاء المجهز فى التنفس . ومع ذلك .. فإن مستوى المواد الكربوهيدراتية اللازم لتكوين المدادات أقل بكثير من المستوى اللازم لتكوين الدرنات (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

## تكوين ونمو الدرنات ، والمحصول

تؤثر درجة الحرارة على تكوين الدرنات ؛ وبالتالى فإنها تؤثر على كمية المحصول. وقد كان Bushoell (١٩٢٥) أول من درس هذا الموضوع ، ووجد أن ارتفاع درجة الحرارة من ٢٠°م-٢٩°م صاحبه نقص فى إنتاج الدرنات ، ولم تتكون أية درنات عندما تعرضت النباتات لدرجة حرارة ثابتة مقدارها ٢٩°م . وقد علل ذلك بازدياد معدل تنفس الأجزاء الهوائية فى درجات الحرارة العالية ؛ وبالتالى زيادة استهلاك الغذاء المجهز فى التنفس؛ الأمر الذى أدى إلى نقص المحصول الذى يتوقف على كمية المواد الكربوهيدراتية المنتجة التى تفيض عما يلزم للنمو والتنفس فى جميع أجزاء النبات الأخرى .

وقد تأيدت تلك النتائج بدراسات Werner (١٩٣٤) التى وجد فيها أن درجات الحرارة العالية - التى تراوحت بين ٢٤°م و ٣٣°م - أثّرت سلبيًا على محصول الدرنات ، بينما ازداد المحصول فى درجات الحرارة الأقل من ٢٤°م . وقد أمكن تجنب التأثير الضار للحرارة المرتفعة - جزئيًا - بتقصير طول الفترة الضوئية ؛ حيث أمكن الحصول على درنات فى حرارة ٣٢°م بتخفيض الفترة الضوئية إلى ١٠½ ساعة .

وتتراوح الدرجة المثلى لتكوين الدرنات فى البطاطس بين ١٥°م و ٢٠°م ( عن Bodlaender ١٩٦٣ ) . ويؤدى ارتفاع الحرارة أثناء الليل إلى تأخير تكوين الدرنات ونقص عددها ، بينما يؤدى ارتفاع الحرارة نهارا إلى نقص حجم الدرنات المتكونة (Adisarwanto ١٩٩٣) .

وكلما ازدادت شدة الإضاءة ازداد الحد الأقصى لدرجة الحرارة التى يمكن أن تنتج فيها الدرنات ؛ لذا يلاحظ أن البطاطس تعطى محصولاً جيدا فى المناطق ذات الجو القارى ،

برغم ارتفاع درجة الحرارة كثيرا أثناء النهار. ويرجع ذلك إلى أن الارتفاع فى درجة الحرارة نهارا تصاحبه زيادة فى شدة الإضاءة ، كما أن درجة الحرارة تنخفض ليلاً ؛ مما يقلل الفقد فى المواد الكربوهيدراتية بالتنفس ، كما وجد Bodlaender (١٩٦٣) أن درجة الحرارة المناسبة لنمو سيقان النبات تزداد ارتفاعا مع ازدياد شدة الإضاءة .

يزداد انخفاض محصول الدرنات عند ارتفاع درجة الحرارة ليلاً عنه عند ارتفاع درجة الحرارة نهاراً . والسبب فى ذلك هو أن ارتفاع الحرارة ليلاً يساعد على زيادة الفاقد فى المواد الكربوهيدراتية بالتنفس ، بينما يؤدى ارتفاع درجة الحرارة نهاراً إلى زيادة معدلى كلٍّ من التنفس والبناء الضوئى . ومع استمرار الارتفاع فى درجة الحرارة يزيد هدم المواد الكربوهيدراتية بالتنفس عن بنائها بالتمثيل الضوئى .

وكما تعمل درجة حرارة الليل المنخفضة على تقليل الفاقد فى المواد الكربوهيدراتية بالتنفس ، فإنها تعمل أيضاً على زيادة نمو الأوراق .

وقد وجد Gregory ( ١٩٥٤ عن Bodlaender ١٩٦٣ ) أن محصول البطاطس فى حرارة ٣٠°م نهاراً ، و ١٧°م ليلاً كان أكبر مما كان عليه الحال فى حرارة ثابتة مقدارها ٢٣°م ، وأرجعت هذه الزيادة فى المحصول إلى حرارة الليل المنخفضة . كذلك وجد Courduroux (١٩٥٩) أن حرارة الليل المنخفضة فى حدود ١٤°م حفَّزت تكوين الدرنات. أما Bodlaender (١٩٦٠) فقد وجد نقصًا فى عدد الدرنات المتكونة بارتفاع درجة حرارة الليل ، وكان أنسب مجالٍ حراريٍّ لنمو الدرنات فى تلك الدراسة هو ١٨°م-٢٤°م نهارا مع ٦°م-١٢°م ليلاً .

وعلى الرغم من أن أنسب درجة حرارة لتكوين الدرنات -كمتوسطٍ عامٍّ- هى ١٥°م، إلا أن المحصول المرتفع يناسبه مجال حرارى من ١٨-٢١°م، وهو وسط بين الدرجة المثلى لتكوين الدرنات والدرجة المثلى لنمو السيقان ، والتى تبلغ ٢٥°م ( Borah & Milthorpe ١٩٦٢ ) . ويؤدى انخفاض الحرارة عن ١٥°م إلى تأخير تكوين الدرنات ، كما يؤدى ارتفاعها عن ٢٥°م إلى جعل الدرنات المتكونة غير منتظمة الشكل ، وقريبةً من سطح التربة .

### نوعية الدرنات

تؤثر درجة الحرارة على نوعية الدرنات المتكونة ؛ فتكون الدرنات أكثر انتظامًا فى

الشكل فى درجات حرارة تتراوح بين ١٥°م و ٢١°م. ويؤدى انخفاض درجة الحرارة إلى ١٠°م-١٣°م إلى أن تميل درنات الأصناف المستطيلة إلى الكروية، كما يؤدى ارتفاعها إلى ٢٧°م-٢٩°م إلى تغير شكل الدرنات، فتصبح مغزلية ، كما فى الصنف هوايت روز White Rose ، أو تظهر بها نموات جانبية ؛ كما فى كثيرٍ من الأصناف .

ويتكون الجلد الشبكى بشكل جيدٍ فى الأصناف الشبكية russeted فى حرارة ٢٤°م؛ بالمقارنة بدرجات الحرارة الأقل والأعلى من ذلك. ومع انخفاض درجة الحرارة يقل تكوين البيريدرم المسئول عن الشبك السطحى على درنات هذه الأصناف ؛ إلى حد أن تصبح الدرنات ملساء فى حرارة ٧°م-١٠°م . ويعد ذلك عيبًا تجاريًا فى هذه الأصناف.

وتكون نسبة السكر والنشا والكثافة النوعية للدرنات أعلى ما يمكن فى حرارة ١٥°م-٢٤°م؛ بالمقارنة بما تكون عليه هذه الصفات فى درجات الحرارة الأعلى أو الأقل من ذلك .

## تأثير الفترة الضوئية

أوضح McCelland منذ عام ١٩٢٨ أن النمو الخضرى فى البطاطس يناسبه النهار الطويل ، بينما تكوين الدرنات يناسبه النهار القصير (عن Piringer ١٩٦٢). وقد تأيد ذلك فى عديد من الدراسات الأخرى . ويؤدى النهار الطويل إلى زيادة النمو الخضرى، واستمراره لفترةٍ أطول مما فى النهار القصير فى كلٍ من الأصناف المبكرة والمتأخرة على حدٍ سواء. ويزيد النهار القصير من كفاءة تكوين الدرنات؛ فتكون نسبة وزن الدرنات إلى المجموع الخضرى أكبر فى النهار القصير. وفى نفس الوقت نجد أن النهار القصير يؤثر سلبيًا على المحصول الكلى؛ لأنه يشجع على تكوين الدرنات مبكرًا ؛ فيتوقف النمو الخضرى مبكرًا ، ويقل المحصول تبعًا لذلك (Burton ١٩٤٨ ، و Ezekiel & Bhargava ١٩٩١). ولا يعنى ذلك أن البطاطس لا تكوّن درنات فى النهار الطويل، ولكنها تنمو أثناءه خضريًا لفترة أطول قبل أن تبدأ فى وضع الدرنات. وتأييدًا لذلك .. وُجد أن أصناف البطاطس الأوروبية تقل فترة نموها بمقدار ٢٥٪-٥٤٪ إذا زرعت فى المناطق القريبة من خط الاستواء؛ حيث يؤدى النهار القصير فيها إلى إسراع تكوين الدرنات، وتوقف النمو الخضرى مبكرًا ؛ ويقل المحصول تبعًا لذلك (Hardenburg ١٩٤٩) .

وعلى الرغم من أن جميع أصناف البطاطس تستجيب للفترة الضوئية بنفس الطريقة التى سبق بيانها ، إلا أن درجة الاستجابة تتوقف على درجة التبكير فى النضج ؛ فقد وجد Caesar & Krug (١٩٦٥) أن زيادة طول النهار من ١٢ إلى ١٨ ساعة أدت إلى زيادة النمو الخضرى، وإطالة مدته، وزيادة عدد ومحصول الدرنات فى ١٢ صنفًا من البطاطس، إلا أن الأصناف المتأخرة كانت أكثر استجابةً من الأصناف المبكرة . وفى دراسةٍ سابقة لذلك أجريت على سلالتين من الصنف ترايمف Triumph إحداهما مبكرة، والأخرى متأخرة، وُجد أن تكوين الدرنات فى كلتيهما فى نهار ١١ ساعة كان أسرع منه فى نهار ١٦ ساعة ، كما كان تكوين الدرنات أسرع فى السلالة المبكرة منه فى السلالة المتأخرة فى معاملتى طول الفترة الضوئية، إلا أن الفرق بينهما فى الفترة الضوئية القصيرة كان أقل منه فى الفترة الضوئية الطويلة. وقد كان المحصول فى كلتيهما أكبر فى النهار الطويل منه فى النهار القصير .

ويلاحظ أن الحد الأقصى لطول النهار المناسب لتكوين الدرنات فى الأصناف المبكرة يكون أكبر مما فى الأصناف المتأخرة، فنجد فى المناطق الشمالية أن الأصناف المبكرة تنمو فى ظروف النهار القصير فى الربيع وبداية الصيف، وتضع درناتها فى ظروف النهار الطويل فى منتصف الصيف، بينما نجد أن الأصناف المتأخرة تستمر فى النمو الخضرى خلال الصيف، ثم تضع درناتها عندما تقصر الفترة الضوئية فى أواخر فصل الصيف. ويعمل النهار الطويل على إطالة فترة النمو الخضرى فى الأصناف المبكرة قبل أن تبدأ فى وضع الدرنات ، ويعمل ذلك على زيادة محصولها .

ويتبين من دراسات Markarov وآخرين (١٩٩٣) أن مدى تأثر النمو الحضرى – وكذلك الزهرى – للبطاطس بالفترة الضوئية يتوقف على كلٍّ من الصنف والنوع. وقد استخدم الباحثون فى دراستهم الأنواع *Solanum tuberosum* ، و *S. andigenum* ، و *S. stoloniferum* .

ومما يدل على أن البطاطس من نباتات النهار القصير – بالنسبة لتكوين الدرنات – أن قطع الليل الطويل بفترة إضاءة طولها ٢٠ دقيقة فقط تؤدى إلى توقف تكوين الدرنات بدرجة كبيرةٍ . وعلى العكس من ذلك .. فإن قطع النهار الطويل بفترة ظلامٍ مدتها ٢٠ دقيقة لم يؤثر على تكوين الدرنات، كما لم تؤد فترتان من الظلام (طول كل منهما ٧ ساعات، وتفصل بينهما دقيقتان من الضوء) إلى تكوين الدرنات فى النوع *S. demissum* ،

أو إلى إسراع تكوين الدرنات فى النوع *S. tuberosum* (عن Smith ١٩٦٨) . ولا يعنى ذلك أن كل أصناف البطاطس لا تكوّن درنات فى النهار الطويل ؛ فذلك لا يحدث إلا فى بعض الأصناف التى أنتجت أصلا فى أمريكا الجنوبية بالقرب من خط الاستواء ؛ حيث النهار قصير. فهذه الأصناف لا تكوّن درنات إذا زرعت صيفا فى المناطق الشمالية حيث النهار الطويل ، وعلى العكس من ذلك .. فإن الأصناف المنتجة فى المناطق الشمالية تضع درناتها بسرعة اكبر إذا تعرضت لنهار قصير . وإذا زرعت هذه الأصناف فى أقصى الشمال؛ حيث يصل طول النهار صيفا إلى ٢٢-٢٤ ساعة ، فإنها تنمو وتعطى محصولا من الدرنات خلال شهر سبتمبر ، ثم تموت النباتات فجأة بفعل الصقيع، إلا أن الدرنات المتكونة تكون مائية المظهر ، وتنخفض فيها نسبة النشا كثيراً ؛ حيث تتراوح بين ٧٪ و ١٣٪ . ومما تجدر ملاحظته أن النهار الطويل فى هذا المناطق يعوض جزئيا قصر موسم النمو (عن Smith ١٩٦٨) .

وإلى جانب ما تقدم بيانه عن تأثير الفترة الضوئية على تكوين الدرنات، نجد أن الفترة الضوئية الطويلة تؤدى إلى زيادة عدد وطول ودرجة تفريع السيقان الأرضية.

ويستفاد من دراسات Matheny وآخرين (١٩٩٢) أن استعمال غطاء بلاستيكى للتربة بلون أبيض، أو أزرق شاحب أدى إلى زيادة المحصول بأكثر من ١٥٪ عن معاملة الكنترول التى لم يستعمل فيها غطاء بلاستيكى للتربة ، أو معاملة استعمال الغطاء البلاستيكى الأحمر . وكان مرد هذا التأثير إلى نسبة الأشعة تحت الحمراء ؛ التى انعكست من مختلف المعاملات .

وإلى جانب التأثير المنفرد لكلٍّ من درجة الحرارة والفترة الضوئية على النمو الخضرى والدرنى فى البطاطس نجد أنهما يتفاعلان معا عند إحداثهما لتأثيراتهما ؛ بمعنى أن تأثير الاختلاف فى درجة الحرارة يتوقف على الفترة الضوئية ، كما أن تأثير الاختلاف فى الفترة الضوئية يتوقف على درجة الحرارة. وقد كان Werner (١٩٣٤) هو أول من درس هذا الموضوع ؛ حيث توصل الباحث إلى أن النمو الخضرى يناسبه النهار الطويل ، ودرجة الحرارة المرتفعة ، بينما النمو الدرنى يناسبه النهار القصير ، ودرجة الحرارة المنخفضة. وقد أدى تعريض النباتات إلى ظروف النهار القصير – مع حرارة مرتفعة – إلى جعلها صغيرة الحجم ، وذات نسبة مرتفعةٍ جدًا من وزن الدرنات إلى النمو الخضرى. وكان أعلى محصول عندما تعرضت النباتات لظروف النهار المتوسط الطول مع

حـرارة منخفضة. ومع ارتفاع درجة الحـرارة وزيـادة طـول النـهار ازداد النمـو الخضـرى، وانخفض إنتاج الدرنات . وفى ظروف النهار الطويل مع درجة حرارة شديدة الارتفاع لم تنتج النباتات أية درنات. وقد أوضح Werner أن الفترة الضوئيـة القصـيرة يمكن أن تعوض تأثير الارتفاع الكبير فى درجة الحرارة ؛ حيث حصل على درنـات فـى حرارة ٣٢ْم بخفض فترة الإضاءة إلى ١٠/١/٢ ساعة يوميًـا. ومـن جهـة أخـرى .. فالحرارة المنخفضة يمكن أن تعوض الزيادة الكبيرة فى طول الفترة الضوئية. ومما يـدل على ذلك أن البطاطس تكوّن درناتٍ فى المناطق التى تقع على خط عرض ٦٨ْ شمـالا ؛ حيث لا تغرب الشمس فى منتصف الصيف فى هذه المناطق، إلا أن درجة الحرارة تكـون منخفضة .

كما وجد Werner أن مستوى الآزوت فى التربة يمكن أن يؤثر على استجابة نباتـات البطاطس لدرجة الحـرارة والفترة الضوئية ؛ فبخفض مستوى التسميد الآزوتـى أمكـن تقليل النمو الخضـرى ، وتكونت درنات فى درجة حرارة أكثر ارتفاعًا ممـا لـو كـان مستوى التسميد الآزوتى مرتفعا . وقد أدت كثرة توفر الآزوت فـى الظـروف المناسـبة للنمو الخضرى إلى غزارة النمو الخضرى ، ونقص المحصول. ومن جهةٍ أخرى .. لـم تكن للتسميد الآزوتـى الوفير تأثيرات ضارة فـى ظـروف النـهار القصـير والحـرارة المنخفضة .

وتجدر الإشارة إلى أن تعريض البطاطس للإضاءة المستمرة طوال الـ ٢٤ ساعة يوميًا يؤدى إلى ظهور اصفرار بين العروق وبقع بنيةٍ متحللةٍ على السطح العلوى للأوراق التى تكون فى مرحلة النمو، يتبعه تقزم فى النمو النباتى؛ وهى أعراض تظهر – كذلك – على نباتات الطماطم التى تتعرض لنفس الظروف . ويسبق ظهور هذه الأعراض نقـص فـى البناء الضوئى ، وفى محتوى النشا بالأنسجة المتأثرة ، وفى سلامة أغشيتها الخلويـة . وتعرف هذه الظاهرة باسم أضرار الإضاءة المستمرة Constant Light Injury .

وقد تبين أن أية انحرافات كبيرة عن الدورات الضوئية الطبيعية القريبة من ١٢ ساعة ضوءًا، و ١٢ ساعة ظلاما ( مثل : ٤/٢٠ ، و ٦/٦ متكررة مرتان يوميًا ) تحدث نفـس الظاهرة .

كما وجد أن إحداث تباينات بين حرارتى الليل والنهار بمقدار ٨ْ مئوية أو أكـثر مـن ذلك منعت ظهور أضرار الإضاءة المستمرة .

كما أدى استعمال درنات كبيرة الحجم ( حوالى ١٠٠ جم ) كتقاو إلى منع حدوث هذه الظاهرة – كذلك – مقارنةً باستعمال درنات صغيرة؛ مما يدل على أن لقوة النمو النباتى وانتقال المركبات الكربوهيدراتية فى النبات دوراً مهمًا فى التحكم فى ظهور هذه الأضرار .

هذا .. وتختلف أصناف البطاطس كثيرًا فى حساسيتها لتلك الأضرار ؛ فمثلاً .. يعد الصنف كنيبك Kennebec شديد الحساسية ، بينما يعتبر الصنف رصّت بربانك Russet Burbank كثير التحمل (Cushman & Tibbitts ١٩٩٦) .

### تأثير شدة الضوء

تؤدى الإضاءة القوية إلى التبكير فى تكوين الدرنات ، والتبكير فى وصول السيقان الهوائية إلى أقصى نموٍ لها ، وكذلك إلى التبكير فى موتها ، كما تؤدى إلى زيادة نسبة المادة الجافة فى الدرنات إلا أن ذلك يكون مصحوبًا بنقصٍ فى المحصول بسبب موت النباتات مبكراً. ومن جهة أخرى .. فإن الإضاءة الضعيفة تؤدى إلى زيادة طول السيقان وصغر حجم الأوراق .

## تأثير العوامل البيئية على الإزهار

يتأثر النمو الخضرى ومحصول البطاطس سلبيًا عند إزهارها أو إثمارها . ففى دراسة أجراها Bartholdi (١٩٤٢) على ثلاثة أصناف من البطاطس تختلف فى عددها الأزهار التى ينتجها كل منها قام الباحث بمقارنة تأثير ثلاث معاملات ؛ هى : إزالة البراعم الزهرية بمجرد ظهورها ، وإزالة الأزهار بعد تفتحها مباشرةً ، وترك النباتات لتزهر وتثمر بصورةٍ طبيعية. وقد وجد أن الإزهار ( أى المعاملة الثانية ) أدى إلى تقليل النمو الخضرى بمقدار ٩٪ ، والنمو الدرنى بمقدار ١٠٪ ، بينما أدى الإثمار ( أى المعاملة الثالثة ) إلى تقليل النمو الخضرى بمقدار ١٨٪، والنمو الدرنى بمقدار ٢٣٪ ، كما أثر كل من الإزهار والإثمار سلبيًا على عدد الدرنات التى تهيأت للتكوين، وعلى العدد الذى وصل إلى الحجم الصالح للتسويق .

وعلى الجانب الآخر .. فإزهار البطاطس ذو أهميةٍ كبيرةٍ عند الزراعة بالبذور الحقيقية ، و بالنسبة لمربى النباتات الذى يلجأ إلى إجراء التهجينات ، والإكثار بالبذور الحقيقية عند إنتاج الأصناف الجديدة فى برامج التربية .

وتؤثر العوامل البيئية على إزهار البطاطس على النحو التالى :

### تأثير درجة الحرارة

يكون الإزهار غزيرًا عندما تكون حرارة الليل 18ْم، بينما تنتج النباتات براعم زهرية فقط عندما تكون حرارة الليل 12ْم . ولا يتأثر الإزهار بدرجة حرارة النهار .

وقد وجد أن عدد مبادئ الأزهار المتكونة واستمرار بقائها فى نورات البطاطس قبل سقوطها ازداد بزيادة طول الفترة الضوئية ، وبارتفاع الحرارة حتى 23ْم ، ولكن توقف تكوين الأزهار فى حرارة 27ْم (Almekinders & Struik 1994) .

### تأثير الفترة الضوئية

يحتاج إزهار البطاطس إلى فترةٍ ضوئيةٍ طويلةٍ ؛ حيث تزهر معظم الأصناف بوفرة عندما يكون النهار أطول من 16 ساعة. وتتكون براعم زهرية فقط إذا كان النهار قصيرًا، وتسقط هذه البراعم دون أن تتفتح إذا ظل النهار قصيرًا . وليس للفترة الضوئية تأثير على حيوية اللقاح (Piringer 1962) .

### تأثير شدة الإضاءة

قد تساعد الإضاءة القوية على دفع النباتات إلى الإزهار .

**وإلى جانب العوامل البيئية نجد أن إزهار نباتات البطاطس يتأثر كثيرًا بعاملين آخرين هما :**

1 – الصنف : حيث تختلف الأصناف كثيرا فى قابليتها للإزهار تحت نفس الظروف البيئية .

2 – مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات : يؤدى تراكم الغذاء المجهز فى السيقان والأوراق إلى تحفيز الإزهار . ويؤدى تقليم السيقان الأرضية أو إزالتها إلى دفع النباتات نحو الإزهار ؛ نظرًا لعدم تكون درنات وتراكم المواد الكربوهيدراتية فى النموات الهوائية. ويقوم مربو البطاطس بدفع النباتات نحو الإزهار عن طريق تحليق السيقان ؛ حيث يتوقف انتقال الغذاء المجهز من النموات الخضرية إلى الدرنات .

## تأثير بعض الظواهر الجوية الأخرى

### تأثير الرياح

تظهر أضرار الرياح على السطح العلوى للأوراق نتيجة احتكاك الأوراق بعضها ببعض.

يجف النسيج المتأثر بالاحتكاكات التى تُحدثها الرياح ، ويكتسب لونًا بنيًا ومظهرا زيتيًا، ويختلف فى مساحته، وقد يتعمق أحيانًا حتى السطح السفلى للورقة. وفى حالات الرياح الشديدة يبدو النبات متخشبًا . كذلك تؤدى الرياح الباردة إلى اكتساب السطح السفلى للأوراق لونًا بنيًا . وتكثر الأعراض – عادة – فى حواف الحقل .

وإذا ساد الجو رياحٌ قوية وقت الحصاد ، فإن الدرنات يمكن أن تتأثر حتى لو كانت الدرنات معبأة فى أجولة فى الحقل . وتظهر الأعراض – فيما بعد – أثناء التخزين على صورة بقع غائرة فى المواقع المتسلخة من الدرنات. وقد تصاب هذه البقع ببتكيريا العفن. وتكون الأضرار فى الدرنات غير المكتملة التكوين أكبر منها فى الدرنات مكتملة التكوين.

## تأثير البَرد

يؤدى البرد إلى تمزيق الأوراق وتثقيبها . وعلى الرغم من أن لنبات البطاطس قدرة كبيرة على التغلب على أضرار البرد ومعاودة النمو، إلا أن الأضرار قد تكون كبيرة جدًّا أحيانًا إلى درجة تؤثر سلبيًا على المحصول. وتظهر أعراض أضرار البرد على السيقان فى مواقع الاصطدام ؛ حيث تصبح البشرة رمادية اللون ذات لمعة قرمزية .

ويتوقف النقص فى المحصول على مقدار الضرر الذى يُحدثه البرد، وموعد حدوثه، والصنف المزروع . ويحدث أكبر نقص فى المحصول إذا تأثر النمو الخضرى بالبرد بعد حوالى أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع من التزهير. كما يؤدى البرد إلى نقص المحصول الصالح للتسويق ؛ لأن أضرار البرد للنموات الخضرية تتبعها زيادة نسبية فى الدرنات الصغيرة وغير المنتظمة الشكل . وقد تنخفض الكثافة النوعية للدرنات إذا أتلف البردُ الأوراق المكتملة النمو .

## تأثير البرق

بعد تعرض النباتات للبرق بفترة تتراوح بين دقائق قليلة وساعات قليلة تنهار السيقان، وتذبل النموات الخضرية بصورة دائمة. وفى معظم الأحيان تمتد أعراض إصابات السيقان لمسافة ٥–١٠ سم فوق مستوى سطح التربة ، ولكنها نادرًا ما تتعمق اسفل سطح التربة على الساق. تكون الأجزاء المتأثرة من الساق طرية ، ومائية المظهر ، وسوداء إلى بنية اللون . وسرعان ما تجف الأنسجة المتأثرة وتكتسب لونًا بنيًا أو رماديًا ، بينما يكون

سطحها رصاصيًا فاتحا إلى أبيض . ويؤدى انهيار نخاع الساق إلى تفلطحها وظهور انخفاضات طولية على امتدادها. كذلك غالبًا ما تنهار أعناق الأوراق الملامسة لسطح التربة .

أما أجزاء الساق التى توجد تحت سطح التربة والجذور ، فإنها تفلت غالبًا من الإصابة ، وتبقى الأنسجة الوعائية سليمةً وقائمةً بوظائفها ؛ إلى درجة أن الأوراق تبقى خضراء وغير ذابلةٍ .

هذا .. إلا أن الدرنات قد تُضارّ من البرق ؛ حيث قد يصبح جلد الدرنة بنيًّا أو أسود ، كما قد تظهر شقوق بالدرنة . وكثيرًا ما تمتد الإصابة من أحد جوانب الدرنة إلى جانبها الاخر ؛ حيث يتحلل نسيج الدرنة تدريجيًا ، إلى أن يتطور إلى تكوين ثقب بين جانبى الدرنة ، بينما تبقى الأجزاء غير المتأثرة من الدرنة صلبةً .

## تأثير ملوثات الهواء على النمو والتطور

يعتبر غاز الأوزون من أهم ملوثات الهواء ، ولكن غاز ثانى أكسيد الكبريت قد يلعب دورا مهمًا كذلك فى الإضرار بنباتات البطاطس . وتكون الأعراض فى صورة اصفرار عامٍ ، وتلونٍ برونزيٍ ، وتحللٍ بالأوراق ، يترتب عليها توقف مبكر للنمو النباتى ونقص فى المحصول . تبقى الأوراق الميتة عالقةً بالنبات . ويبدأ التحلل فى خلايا النسيج العمادى للورقة ، ثم يتقدم نحو النسيج الإسفنجى التالى له .

وتوجد اختلافات كبيرة بين أصناف البطاطس من حيث مدى تحملها للأوزون .

وقد أدى تعريض نباتات البطاطس لغاز ثانى أكسيد الكبريت $SO_2$ بتركيز ٣٠٠ نانوليتر/لتر لمدة ستة أسابيع – مع توفر الرطوبة الأرضية – إلى ظهور أعراض التسمم على النموات الخضرية ، والتأثير سلبيًا على نمو الدرنات ، ولكن هذا التأثير لم يكن جوهريًا تحت ظروف نقص الرطوبة الأرضية (Ma & Murray ١٩٩١). كذلك أثر تعريض نباتات البطاطس لخليطٍ من غازى ثانى أكسيد الكبريت ، وثانى أكسيد النيتروجين $NO_2$ بتركيز ١١٠ نانوليترات لكل منهما/لتر .. أثر سلبيًا على النمو الخضرى ؛ وذلك فى صورة نقصٍ فى الوزن الطازج، والوزن الجاف للنبات، ونقص فى المساحة الورقية خلال أيام قليلةٍ من بدء المعاملة (Pctitte & Ormrod ١٩٩٢) .

## تكوين السيقان الأرضية

السوق الأرضية هى رويزمات تبدأ فى النمو بعد ٧-١٠ أيام من ظهور النبت أعلى سطح التربة وهى سوق حقيقية تنمو من العقد السفلى للنبت أسفل سطح التربة ؛ وذلك فى تعاقب قاعدى قمى. وتمتد الساق الأرضية أسفل سطح التربة ؛ وهى تتكون من عقد وسلاميات ، وتوجد بها أوراق حرشفية ، وجذور عند العقد . وقد تتفرع الساق الأرضية. ويحدث التفرع غالبا عند العُقد التى تحمل جذورا أكثر مما عند العقد التى لا تحمل جذورا.

ويمكن أن تنمو السوق الجارية من أية عقدة توجد أسفل سطح التربة . ويوجد فى المتوسط ٩-١٢ عقدة على الساق الرئيسية لنبات البطاطس أسفل سطح التربة .

ويتوقف عدد السوق الجارية النامية على العوامل التالية :

١ - الصنف : حيث يختلف عدد السوق الجارية باختلاف الأصناف .

٢ - طول الفترة الضوئية : تؤدى زيادة الفترة الضوئية إلى زيادة عدد السوق الجارية.

٣ - طول النبت : تؤدى زيادة طول النبت إلى زيادة طول السلاميات ، ونقص عدد العقد أسفل سطح التربة ، وبالتالى إلى نقص عدد السوق الجارية المتكونة .

أما طول السوق الجارية ، فإنه يتوقف على كلٍّ من : الصنف ، وطول الفترة الضوئية ؛ حيث يختلف طولها باختلاف الأصناف ، كما تؤدى زيادة الفترة الضوئية إلى زيادتها فى الطول .

هذا .. وتؤدى إزالة السيقان الهوائية بقطعها عند سطح التربة ، أو إزالة البرعم الطرفى والبراعم الجانبية بالسيقان الهوائية إلى نمو السيقان الأرضية لأعلى ؛ لتكون أفرخ خضرية .

## وضع وتكوين الدرنات

### طريقة وضع الدرنات وازديادها فى الحجم

تبدأ درنات البطاطس فى التكوين خلال الأسبوعين السابع والثامن من الزراعة .

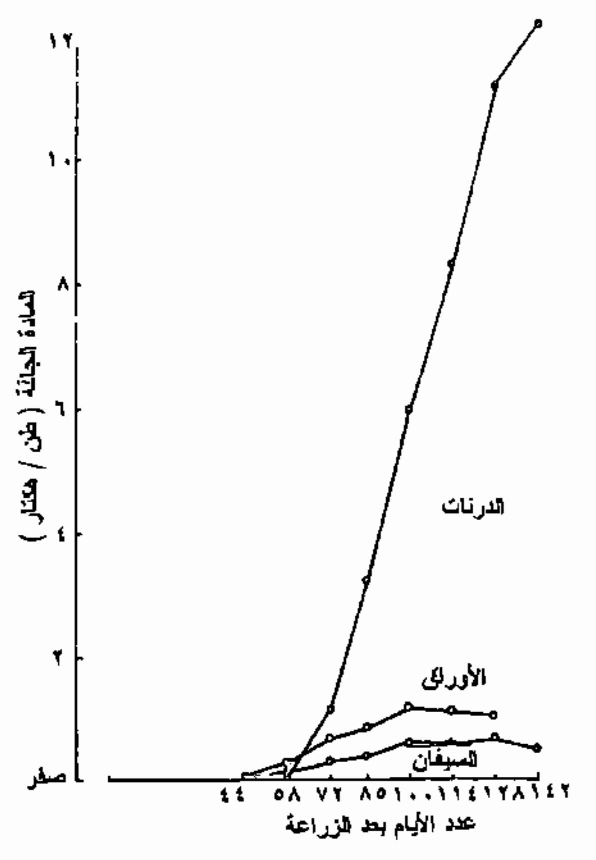
وتتوافق تلك الفترة مع مرحلة تكوين البراعم الزهرية فى الأصناف المبكرة ، ومع مرحلة الإزهار فى الأصناف المتأخرة .

ولا يبدأ النبات فى وضع الدرنات إلا بعد أن يصل تركيز المواد الغذائية المجهزة إلى مستوى معين، خاصةً فى القمة النامية للسوق الجارية . وتنشأ الدرنة كانتفاخٍ فى قمة الساق الجارية ينمو تدريجيًا . وأثناء ذلك يصبح البرعم الطرفى للساق الجارية هو البرعم الطرفى للدرنة ، بينما تنفصل البراعم الجانبية التى توجد بالقمة الميرستيمية النامية للساق الجارية ؛ لتصبح هى ذاتها البراعم والعيون الجانبية بالدرنة المتكونة . وتنشأ العيون فى آباط الأوراق التى كانت توجد أصلاً فى القمة النامية للساق الجارية . وتتكون العين من الحاجب - وهو أثر ورقة - ونحو ٣-١٥ برعمًا . وعلى الرغم من أن الدرنات تبدأ فى التكوين فى أطراف معظم السيقان الأرضية، إلا أن نسبةً ضئيلةً منها فقط هى التى تستمر فى النمو وتصل إلى أحجامٍ صالحةٍ للتسويق .

ويتمثل النمو الدرنى فى المراحل المبكرة فى ازدياد حجم خلايا المنطقة التالية للقمة النامية بالساق الجارية، دون أن يزداد عددها . وبعد بدء وضع الدرنة يحدث النمو الدرنى نتيجةً للزيادة فى عدد وحجم خلايا الدرنة . وبعد أن تكبر الدرنة قليلاً فى الحجم يحدث النمو غالبًا؛ نتيجة للزيادة فى حجم الخلايا التى تكونت بالفعل قبل ذلك .

وبالإضافة إلى الدرنات الأرضية العادية ، فقد تنمو درنات هوائية فى آباط الأوراق بالقرب من سطح التربة. وتظهر هذه الدرنات كانتفاخات على السيقان الهوائية ، وتكون صغيرة ، وخضراء اللون . ويحدث ذلك فى الظروف التى تؤدى إلى منع وصول الغذاء المجهز إلى الدرنات الأرضية وتراكمه بالدرنات الهوائية ، كأن تصاب النباتات بفطر الرايزكتونيا مثلاً ( عن Smith ١٩٦٨ ، ومرسى ونور الدين ١٩٧٠ ) .

ويوضح شكل ( ٧-١ ) كيف تستقبل الدرنات الجزء الأكبر من الغذاء الذى يقوم النبات بتصنيعه ؛ فهى تشكل أكبر نسبة من المادة الجافة الكلية للنبات، كما يزداد الفارق بينها وبين باقى الأجزاء النباتية ( الأوراق والسيقان ) فى وزنها الجاف بمرور الوقت . أما السيقان الأرضية والجذور التى يسهل جمعها لتقدير وزنها الجاف ، فإنها لا تشكل قرب الحصاد سوى نسبةٍ بسيطةٍ للغاية من الوزن الجاف الكلى للنبات. وتبلغ هذه النسبة ١٣٪ من الوزن الجاف للنبات فى عمر ٤٤ يومًا، وتنخفض إلى ٠,٣٪ فقط فى عمر ٩٨ يومًا (Harris ١٩٧٨) .




شكل ( ٧-١ ) : تراكم المادة الجافة فى أوراق البطاطس وسيقانها ودرناتها مع تقدم النبات فى العمر .

## العوامل المؤثرة على وضع الدرنات

يتأثر وضع الدرنات بالعوامل التاليـــة :

### درجة الحرارة :

تتكون درنات البطاطس وتنمو بصورة طبيعية حينما تتعرض النباتات لدرجات حـرارة معتدلة الارتفاع ( حوالى ٢٢ْم ) خلال مراحل النمو الأولى للنبات ، ثم لدرجـات حـرارة تميل إلى الانخفاض ( حوالى ١٧ْم ) فى مراحل النمو المتأخرة وقد ذكر Cao & Tibbitts (١٩٩٤) أن انخفاض درجة الحرارة إلى ١٦ْم أدى إلى نقص محصول الدرنات قليـــلاً ، بينما أدى استمرار انخفاضها إلى ١٢ْم إلى نقص المحصول بشدة. وفى المقابل .. توقف تكوين الدرنات فى حرارة ٢٤ْم ، و ٢٨ْم ، بينما ازداد النمو الخضرى بشدة . وعموماً ،

فإن النمو الخضرى تناسبه درجات الحرارة الأعلى من ٢٠°م، بينما يناسب النمو الدرنى درجات الحرارة الأقل من ٢٠°م.

### الفترة الضوئية

تؤدى الفترة الضوئية القصيرة إلى تحفيز النبات على وضع الدرنات . وقد سبقت مناقشة هذا الموضوع . وتعتبر القمة النامية للساق والأوراق التى تقل عن ٥ سم طولاً هى الجزء النباتى الذى يتأثر بالفترة الضوئية المهيئة لتكوين الدرنات ؛ وهى الجزء الذى تتكون فيه المادة التى تحفز تكوين الدرنات . وتنتقل هذه المادة عبر نسيج منطقة الالتحام بين الأصل والطعم . وقد وجد أن تطعيم الطماطم على البطاطس لا يتبعه تكوين درنات فى الأصل، إلا إذا كانت الدرنات قد تهيأت للتكوين قبل إجراء التطعيم. وبمعنى آخر .. فالنمو الخضرى للطماطم يمكنه تمثيل الغذاء اللازم لنمو درنة البطاطس، لكنه لا يصلح كمستقبل لتأثير الفترة الضوئية المهيئة لتكوين الدرنات ، ولا تتكون به المادة التى تحفز تكوين الدرنات (Cutter ١٩٧٨) .

وقد أوضحت دراسات Jackson وآخرون (١٩٩٦) أن فيتوكروم بى Phytochrome B يلزم لكى تؤثر الفترة الضوئية على وضع الدرنات فى *S. tuberosum* subsp. *andigena* ، وأنها تنظم العمليات التى تؤدى إلى وضع الدرنات؛ بمنعها تكوين الدرنات فى دورات الفترات الضوئية غير المهيئة للإزهار ، وليس بتحفيزها لوضع الدرنات فى دورات الفترات الضوئية المهيئة للإزهار .

### مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات

لا تبدأ الدرنات فى التكوين إلا بعد أن يصل مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات إلى حدٍ معين خاصة فى القمة النامية للسوق الجارية .

### الـ pH

توصل Wan وآخرون (١٩٩٤) إلى أن موعد وضع الدرنات فى البطاطس وعددها/نبات يتأثران بالـ pH . وقد أجرى الباحثون دراستهم فى محاليل مغذيةٍ ؛ حيث شتلت النباتات فى محلولٍ ذى pH ٥,٥ – ثم بعد ثلاثين يومًا من الشتل – خفض الـ pH إلى ٣,٥، أو ٤,٠ لمدة ١٠ ساعات يوميًّا، أو ترك على حالة عند ٥,٥ ، وكانت النتائج كما يلى :

| معاملة الـ pH | بداية وضع الدرنات (اليوم من الشتل) | عدد الدرنات / نبات عند الحصاد |
|---|---|---|
| ٣,٥ / ٥,٥ | ٤٢ | ١٤٠ |
| ٤,٠ / ٥,٥ | ٤٨ | ٤٠ |
| ٥,٥ | ٥٢ | ٢ |

وكانت السيقان الأرضية أكبر سمكا وأقصر كلما انخفض pH المحلول المغذى .

## الجبريللين

تؤدى معاملة البطاطس بالجبريللين بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون إلى تثبيط وضع الدرنات ، حتى لو كان النهار قصيرا . ويفسر ذلك انخفاض مستوى الجبريللين فى أنصال أوراق نباتات البطاطس فى الحارة المنخفضة والنهار القصير ؛ وهى الظروف التى تشجع على وضع الدرنات .

## بعض التغيرات الداخلية المصاحبة لوضع الدرنات

درس Taylor وآخرون (١٩٩٣) التغيرات فى تمثيل البولى أمينات خلال المراحل الأولى لتكوين الدرنات فى البطاطس ، ووجدوا ما يلى :

١ – ازداد مستوى الإسبرميدين Spermidine ، والإسبرمين Spermine ، كما ازداد نشاط الإنزيمات البنائية Arginine decarboxylase ، و Ornithine decarboxylase ، و S-adenosyl-L-methionie decarboxylase خلال المراحل الأولى لتكوين الدرنات ، ثم انخفضت مستوياتها أو مستويات نشاطها أثناء ازدياد الدرنات فى الحجم .

٢ – نقص مستوى الـ puterescine – تدريجيًّا – فى قمة المدادات الأرضية وفى الدرنات فى بداية تكوينها .

٣ – كانت مستويات البولى أمينات ونشاط الإنزيمات البنائية فى الأعضاء النباتية الأخرى – مثل الجذور ، والأوراق ، والسيقان – أقل بكثير مما كانت عليه فى الدرنات .

ويستدل من دراسات Hourmant وآخرين (١٩٩٥) أن إضافة مركب methylglyoxal-bis(guanylhydrazone) – وهو مثبط لتمثيل الـ Spermidine – بتركيز ٠,٥ مللى مولار فى بيئة الزراعة ( *in vitro* ) أدت إلى تحفيز تكوين الدرنات، بينما

نقص محتوى الأوراق من البولى أمينات الحرة ، وازداد محتوى الدرنات من البولى أمينات المرتبطة . كما أوضحت الدراسة أن الـ putrescine الذى تعامل به الأوراق ينتقل بحرية بين البراعم والدرنات ، وأن تركيزه يزداد فى الدرنات عند المعاملة بمثبط الإسبرميدين .

ولمزيدٍ من التفاصيل عن تأثير العوامل البيئية والتغذية على النمو النباتى وتكوين الدرنات فى البطاطس .. يراجع Moorby (١٩٧٨) .

# فسيولوجيا المحصول

## البناء الضوئى وعلاقته بتراكم المادة الجافة ومحصول الدرنات

يمكن اعتبار محصول البطاطس محصلةً لأربعة عوامل ؛ كما يلى :

١ – مقدار الإشعاع الكلى الفعّال فى البناء الضوئى الذى تستقبله النموات الخضرية (Total PAR) .

٢ – كفاءة النمو الخضرى فى الاستفادة مما تستقبله من إشعاعٍ فى إنتاج المادة الجافة ( U ) .

٣ – دليل الحصاد ( R ) ، وهو نسبة المادة الجافة التى تخزن فى الجزء الاقتصادى من المحصول ( الدرنات ) من المادة الكلية التى يجهزها النبات.

٤ – معكوس محتوى الدرنات من المادة الجافة ( D ) .

وبذا .. فإن محصول الدرنات المتوقع ( Y ) يمكن حسابه بالمعادلة التالية :

$$Y = I \times U \times R \times 1/D$$

ويمكن افتراض أن الإنتاج اليومى الكلى من المادة الجافة يتساوى مع ما ينتجه محصول نامٍ تحت ظروفٍ قياسيةٍ ، والذى يمكن حسابه بالمعادلة التالية :

$$P = F \times Po + (1 - F) \times Pc$$

حيث إن :

P = إجمالى الإنتاج اليومى من المادة الجافة لكل هكتارٍ من محصولٍ قياسيٍ تغطى نمواته معظم سطح التربة .

P = Pc فى يومٍ صحوٍ ( جدول ٧–٢ ) .

P = Po فى يومٍ غائم ( جدول ٧-٢ ) .

F = الجزء من اليوم ( كسر عشرى ) الذى تسوده الغيوم .

ويمكن حساب الجزء من اليوم الذى تسوده الغيوم بالمعادلة التالية :

$$F = \frac{Hc - Ha}{0.8 - Hc}$$

حيث إن :

Hc = قيمة متوسط الإشعاع (٤٠٠-٧٠٠ نانوميتر) فى يومٍ صحو (جدول ٧-٣).

Ha = الإشعاع الفعلى ، والذى يساوى نصف الإشعاع الكلى global radiation المقدر فى محطة قريبةٍ للأرصاد الجوية .

ولحساب صافى إنتاج المادة الجافة ( Pnet ) يتعين طرح الفقد فى المادة الجافة الناتج من التنفس يوميًا . ولما كانت الحرارة تؤثر على كلٍ من البناء الضوئى والتنفس، فإن العلاقة بين P ، و Pnet يحددها العامل K ، كما يلى :

$$Pnet = K \times P$$

حيث إن K ترتبط بدرجات الحرارة الصغرى والعظمى، كما تظهر فى جدول (٧-٤) .

ومن الطبيعى أن النموات الخضرية لا تستقبل كل الإشعاع الساقط على الحقل ، ويتوقف القدر المُستقبل على نسبة أرض الحقل التى تغطيها النموات الخضرية الفعالة فى البناء الضوئى .

وبذا .. تصبح :

$$Pcal = C \times Pnet$$

حيث إن :

Pcal = الكمية المحسوبة من المادة الجافة المنتجة يوميًا لكل هكتار من محصول معين .

C = نسبة الإشعاع المُستقبل = نسبة الغطاء النباتى .

بعد ذلك يأتى دور دليل الحصاد (R)؛ لأن اهتمامنا ليس بالمادة الجافة المنتجة الكلية، وإنما بنسبة ما يصل منها إلى الدرنات ؛ وهى الجزء الاقتصادى من محصول البطاطس .

جدول ( ٧-٢ ) : الكمية المحسوبة من المادة الجافة المنتجة ( بالكيلوجرام من $CH_2O$ لكل هكتار يوميًا ) فى محصول قياسى تغطى نمواته معظم سطح التربة، مع افتراض أن معدل البناء الضوئى عند التشبع الضوئى هو ٣٠ كجم من ثانى أكسيد الكربون (٢٠,٤٥ كيلوجرام من $CH_2O$) لكل هكتار يوميًا .

| خط العرض شمالا | P(أ) | التاريخ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ١/١٥ | ٢/١٥ | ٣/١٥ | ٤/١٥ | ٥/١٥ | ٦/١٥ | ٧/١٥ | ٨/١٥ | ٩/١٥ | ١٠/١٥ | ١١/١٥ | ١٢/١٥ |
| صفر | Pc | ٤٢٥ | ٤٣٨ | ٤٤٦ | ٤٤٢ | ٤٣٠ | ٤٢٠ | ٤٢٤ | ٤٣٧ | ٤٤٦ | ٤٤٢ | ٤٢٩ | ٤٢٠ |
| | Po | ٢٠٠ | ٢٠٨ | ٢١٣ | ٢١١ | ٢٠٣ | ١٩٧ | ١٩٩ | ٢٠٧ | ٢١٣ | ٢١١ | ٢٠٣ | ١٩٧ |
| ١٠ | Pc | ٣٨٢ | ٤٠٩ | ٤٣٥ | ٤٥٣ | ٤٥٧ | ٤٥٦ | ٤٥٧ | ٤٥٦ | ٤٤٥ | ٤٢٠ | ٣٩٠ | ٣٧٤ |
| | Po | ١٧٧ | ١٩٢ | ٢٠٧ | ٢١٧ | ٢١٨ | ٢١٧ | ٢١٨ | ٢١٨ | ٢١٢ | ١٩٨ | ١٨١ | ١٧٢ |
| ٢٠ | Pc | ٣٣١ | ٣٧٢ | ٤١٦ | ٤٥٥ | ٤٧٧ | ٤٨٥ | ٤٨٢ | ٤٦٦ | ٤٣٤ | ٣٨٩ | ٣٤٣ | ٣٢٠ |
| | Po | ١٤٨ | ١٧٠ | ١٩٥ | ٢١٧ | ٢٢٨ | ٢٣٢ | ٢٣٠ | ٢٢٣ | ٢٠٥ | ١٨٠ | ١٥٥ | ١٤٢ |
| ٣٠ | Pc | ٢٧٠ | ٣٢٤ | ٣٨٦ | ٤٤٨ | ٤٨٨ | ٥٠٦ | ٤٩٩ | ٤٦٨ | ٤١٤ | ٣٤٨ | ٢٨٦ | ٢٥٦ |
| | Po | ١١٥ | ١٤٤ | ١٧٧ | ٢١١ | ٢٣٣ | ٢٤١ | ٢٣٨ | ٢٢٢ | ١٩٢ | ١٥٧ | ١٢٣ | ١٠٨ |
| ٤٠ | Pc | ٢٠٠ | ٢٦٥ | ٣٤٦ | ٤٣٢ | ٤٩٢ | ٥٢٠ | ٥٠٩ | ٤٦١ | ٣٨٣ | ٢٩٥ | ٢١٩ | ١٨٤ |
| | Po | ٨٠ | ١١٢ | ١٥٣ | ١٩٩ | ٢٣١ | ٢٤٥ | ٢٤٠ | ٢١٥ | ١٧٣ | ١٢٨ | ٨٩ | ٧٢ |
| ٥٠ | Pc | ١٢٥ | ١٩٦ | ٢٩٣ | ٤٠٤ | ٤٨٨ | ٥٢٩ | ٥١٣ | ٤٤٥ | ٣٤٠ | ٢٣١ | ١٤٤ | ١٠٨ |
| | Po | ٤٣ | ٧٦ | ١٢٣ | ١٨١ | ٢٢٤ | ٢٤٥ | ٢٣٧ | ٢٠٢ | ١٤٨ | ٩٣ | ٥٢ | ٣٥ |
| ٦٠ | Pc | ٤٥ | ١١٩ | ٢٢٧ | ٣٦٥ | ٤٨٠ | ٥٣٩ | ٥١٥ | ٤١٩ | ٢٨٤ | ١٥٧ | ٦٧ | ٣٥ |
| | Po | ١٠ | ٣٩ | ٨٩ | ١٥٦ | ٢١٣ | ٢٤١ | ٢٣٠ | ١٨٣ | ١١٦ | ٥٥ | ١٧ | ٥ |

تابع جدول ( ٧-٢ ) :

| خط العرض شمالاً | P(أ) | ١/١٥ | ٢/١٥ | ٣/١٥ | ٤/١٥ | ٥/١٥ | ٦/١٥ | ٧/١٥ | ٨/١٥ | ٩/١٥ | ١٠/١٥ | ١١/١٥ | ١٢/١٥ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | التاريخ | | | | | | | | | | | |
| ٧٠ | Pc | صفر | ٣١ | ١٥٠ | ٣١٨ | ٤٧٧ | ٥٧٧ | ٥٣٥ | ٣٩٠ | ٢١٧ | ٧٤ | صفر | صفر |
| | Po | صفر | ٧ | ٤٩ | ١٢٥ | ٢٠٠ | ٢٤٣ | ٢٢٦ | ١٦٠ | ٧٩ | ١٨ | صفر | صفر |

( أ ) Pc = إجمالى الإنتاج اليومى من المادة الجافة لك هكتارٍ فى يوم صحوٍ .

Po = إجمالى الإنتاج اليومى من المادة الجافة لكل هكتارٍ فى يوم غائم .

ملحوظة : يحسب إنتاج المادة الجـافة عند خطوط العرض الأخرى - غير الموضحة فى الجدول - بالاستيفاء interpolation ؛ فمثلاً .. يكون إجمالى إنتاج المادة الجافة فى يومٍ صحوٍ عند خط عرض ١٤ْ شمالاً فى ١/١٥ : كما يلى :

الإنتاج المحسوب = ٣٨٢- $\frac{٤}{١٠}$ X (٣٨٢-٣٣١) = ٣٦٢ كجم من $CH_2O$ لكل هكتارٍ يوميًا .

جدول ( ٧-٣ ) : الإشعاع الكلى الساقط على الأرض (من الموجات الضوئية الفعّالة فى عملية البناء الضوئى ، والتى تتراوح بين ٤٠٠ ، ٧٠٠ نـانوميتر) مقدرةً بالمليون جول لمل مترٍ مربع ( $10^6\ J/m^2$ ) فى يومٍ صحو .

| خط العرض | التواريخ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شمالاً | ١/١٥ | ٢/١٥ | ٣/١٥ | ٤/١٥ | ٥/١٥ | ٦/١٥ | ٧/١٥ | ٨/١٥ | ٩/١٥ | ١٠/١٥ | ١١/١٥ | ١٢/١٥ |
| صفر° | ١٤,٠٠ | ١٤,٧٢ | ١٥,١٦ | ١٤,٩٥ | ١٤,٢٦ | ١٣,٧٧ | ١٣,٩٧ | ١٤,٦٨ | ١٥,١٧ | ١٤,٩٤ | ١٤,٢٣ | ١٣,٧٧ |
| ١٠° | ١٢,١٧ | ١٣,٤٤ | ١٤,٦٧ | ١٥.٤٣ | ١٥,٤٨ | ١٥,٣٤ | ١٥,٤١ | ١٥,٥١ | ١٥,٠٩ | ١٣,٩٥ | ١٢,٥٥ | ١١,٨٠ |
| ٢٠° | ١٠,٠٠ | ١١,٧٣ | ١٣,٦٨ | ١٥,٣٨ | ١٦,٢٢ | ١٦,٤٧ | ١٦,٣٨ | ١٥,٨٤ | ١٤,٤٨ | ١٢,٤٩ | ١٠,٥٠ | ٩,٥٣ |
| ٣٠° | ٧,٥٩ | ٩,٦٥ | ١٢,٢١ | ١٤,٨١ | ١٦,٤٥ | ١٧,١٢ | ١٦,٨٧ | ١٥,٦٤ | ١٣,٣٧ | ١٠,٦٢ | ٨,١٧ | ٧,٠٥ |
| ٤٠° | ٥,٠٦ | ٧,٣٠ | ١٠,٣٢ | ١٣,٧٤ | ١٦,١٨ | ١٧,٢٩ | ١٦,٨٦ | ١٤,٩٤ | ١١,٨٠ | ٨,٤٠ | ٥,٦٧ | ٤,٥٠ |
| ٥٠° | ٢,٦١ | ٤,٨٠ | ٨,٠٧ | ١٢,٢٠ | ١٥,٤٤ | ١٧,٠١ | ١٦,٤١ | ١٣,٧٥ | ٩,٨٠ | ٥,٩٦ | ٣,١٩ | ٢,١١ |
| ٦٠ | ٠.٦١ | ٢,٣٤ | ٥,٥٨ | ١٠,٢٥ | ١٤,٣١ | ١٦,٤٣ | ١٥,٦٠ | ١٢,١٥ | ٧,٤٧ | ٣,٤٢ | ١,٠٠ | ٠,٣٢ |
| ٧٠ | صفر | ٠,٣٨ | ٢,٩٨ | ٧,٩٩ | ١٣,٠٦ | ١٦,٠٩ | ١٤,٨٥ | ١٠,٢٨ | ٤,٨٩ | ١,١٠ | صفر | صفر |
| ٨٠ | صفر | صفر | ٠,٦٣ | ٥,٦٦ | ١٢,٨٧ | ١٦,٧٢ | ١٥,٢٤ | ٨,٨١ | ٢,٢٢ | صفر | صفر | صفر |
| ٩٠ | صفر | صفر | صفر | ٤,٨٦ | ١٣,٠٢ | ١٦,٩٩ | ١٥,٤٧ | ٨,٧٣ | ٠,١٩ | صفر | صفر | صفر |

ملحوظة : يحسب الإشعاع الكلى الساقط على الأرض عند خطوط العرض الأخرى غير الموضحة بالجدول بالاستيفاء interpolation ؛ فمثلا .. يكـــون الإشعاع الكلى الساقط على الأرض فى يوم صحو عند خط عرض ٥٢ شمالا فى ٦/١٥ ، كما يلى :

الإشعاع المحسوب = ١٧,٠١ - $\frac{٢}{١٠}$ X ( ١٧,٠١ - ١٦,٤٣ ) = ١٦,٨٩ مليون جول/م٢ .

جدول ( ٧-٤ ) : تقديرات تأثير درجة الحرارة على الإنتاج الصافى ( Pcet ) والإنتاج الكلى ( P ) معبراً عنها بالعامل K .

| الحرارة العظمى (ْم) | الحرارة الصغرى (ْم) | صافى الإنتاج كنسبة من الإنتاج الكلى (K) |
|---|---|---|
| أقل من ١٥ | أقل من ١٢ | ٠,٧٠ |
| ١٥-٢٥ | أقل من ١٢ | ٠,٧٥ |
| ١٥-٢٥ | أكثر من ١٢ | ٠,٧٠ |
| ٢٥-٣٠ | أقل من ١٢ | ٠,٦٠ |
| ٢٥-٣٠ | أكثر من ١٢ | ٠,٥٥ |
| ٣٠-٣٥ | أقل من ١٥ | ٠,٤٥ |
| ٣٠-٣٥ | أكثر من ١٥ | ٠,٤٠ |

ويتراوح دليل الحصاد عادة بين ٠,٧٠ ، و ٠,٩٠ ؛ فعندما يسود الجو حرارة منخفضة ، كما فى العروة الخريفية يتراوح دليل الحصاد عادة بين ٠,٨٠ ، و ٠,٨٥ ، بينما نجد فى ظروف الحرارة العالية ( كما فى العروة الربيعية ) أن دليل الحصاد قد يتراوح بين ٠,٧٥ ، و ٠,٨٠ . وللتحويل من محصول المادة الجافة إلى محصول الدرنات الطازجة ، يفترض – عادة – أن الدرنات تحتوى على ٢٠٪ مادة جافة ؛ وذلك فى كل من : المناطق الاستوائية ، والمناطق شبه الاستوائية ( Van der Zaag ١٩٩١ ) .

ويعطى Scott & Wilcockson (١٩٧٨) تفاصيل متقدمة عن علاقة الطرق والممارسات الزراعية التى تتبع فى إنتاج البطاطس باستقبال الأوراق للضوء ، وتأثير ذلك على المحصول .

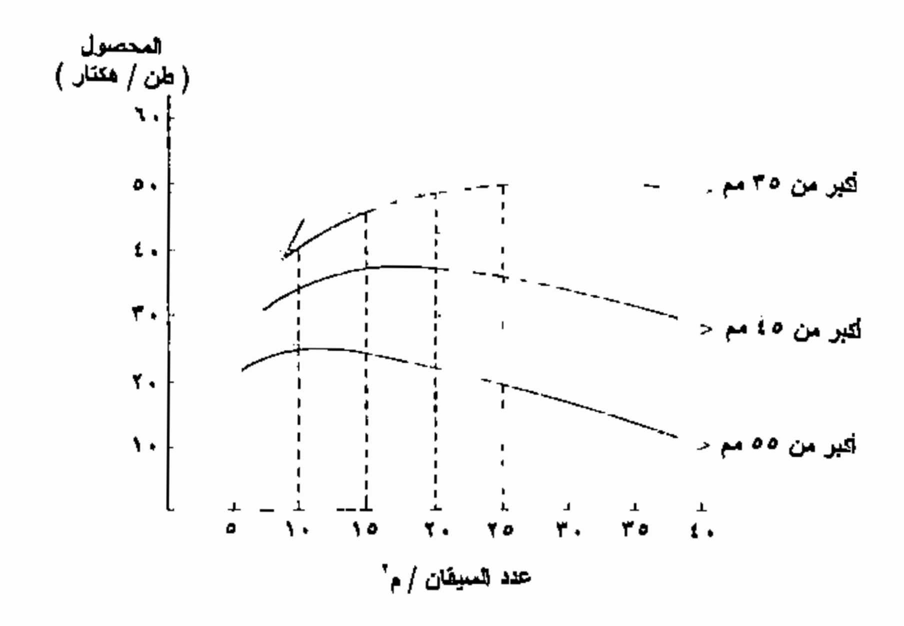
## مكونات المحصول والتفاعلات فيما بينها

### علاقة عدد السيقان بالمحصول ، وعدد الدرنات المتكونة وحجمها

يتحدد المحصول الكلى للبطاطس بمتوسط عدد الدرنات التى تتكون بكل نبات أو لكل ساق من سيقان النبات ما دامت قد وجدت درنة واحدة على الأقل لكل ساق ؛ لكى تكون مخزناً للغذاء الذى يجهز فى تلك الساق . ويترتب على ذلك أيضاً عدم وجود علاقة بين المحصول الكلى ومتوسط عدد الدرنات فى وحدة المساحة، أى إن زيادة المحصول الكلى تعنى زيادة حجم الدرنات المنتجة ؛ وذلك عند ثبات العوامل الأخرى المؤثرة فى حجم

الدرنات؛ فإذا رغب المنتج فى إنتاج درناتٍ كبيرة الحجم ، فإن عليه زيادة المحصول المنتج بكل الوسائل الممكنة . إما إذا رغب فى إنتاج درناتٍ صغيرة الحجم لاستعمالها كتقاوٍ، فإن عليه المواءمة بين الحجم المطلوب للدرنات والمحصول الكلى المنتج ؛ نظرًا لما يوجد بينهما من علاقةٍ عكسيةٍ .

ويوضح شكل (٧-٢) العلاقة بين عدد السيقان الرئيسية ( التى تنشأ من عيون الدرنة مباشرةٍ ) فى كل مترٍ مربعٍ من الأرض والمحصول الكلى ، وكذلك محصول الدرنات من مختلف الأحجام ، وتبين هذه العلاقات رقميًا فى جدول ( ٧-٥ ) .




شكل ( ٧-٢ ) : العلاقة بين عدد السيقان الرئيسية فى كل مترٍ مربعٍ من الحقل والمحصول الكلى الناتج ، وكذلك محصول الدرنات من مختلف الأحجام .

## العوامل المؤثرة فى عدد سيقان النبات

يتحدد عدد السيقان الرئيسية فى كل مترٍ مربعٍ من الحقل بكلٍ من عدد العيون المزروعة (وهو بدوره محصلة لكلٍ من كثافة الزراعة وعدد العيون بقطعة التقاوى)، وما إن كانت العين تعطى ساقًا واحدة ، أو أكثر من ساق ، أو لا تنبت على الإطلاق .

وعلى الرغم من أن عدد العيون المزروعة يتأثر بكلٍ من حجم درنة التقاوى ، والصنف ، وكثافة الزراعة ، إلا أن عدد العيون لا يتناسب طرديًا مع حجم أو وزن الدرنة؛ إذا إن عدد العيون يزداد إذا استخدمت درنات صغيرة فى الزراعة ؛ مقارنةً باستخدام درناتٍ كبيرة ؛ وذلك عند ثبات كمية التقاوى المستعملة فى زراعة وحدة المساحة . كما أن عدد العيون فى وحدة الوزن من الدرنات يختلف من صنفٍ لآخر ؛ فمثلاً .. تحتوى وحدة الوزن من درنات الصنف بنجى Bintje على عدد أكبر من العيون مما فى الصنف أجاكس Ajax ، ولكن هذه الاختلافات تكون - عادةً - صغيرةً .

ومن المنطقى أن يتناسب عدد العيون المزروعة خطيًا مع عدد الدرنات المزروعة؛ أى مع كثافة الزراعة ، ولكن نجد - واقعيًا - أن عدد السيقان/نبات يقل بزيادة كثافة الزراعة ؛ وذلك بسبب عامل المنافسة بين النباتات .

جدول ( ٧-٥ ) : تقدير لتأثير عدد السيقان فى كل مترٍ مربعٍ من الحقل على المحصول الكلى ، ومحصول مختلف الأحجام من درنات البطاطس .

| عدد السيقان في كل متر مربع | محصول الدرنات من مختلف الأحجام ( طن/هكتار ) ٣٥-٤٥ مم | ٤٥-٥٥ مم | أكبر من ٥٥ مم | الكلي ( أكبر من ٣٥ مم ) |
|---|---|---|---|---|
| ٥ | ٣ | ٥ | ١٠ | ١٨ |
| ١٠ | ٤ | ٧ | ١٣ | ٢٤ |
| ١٥ | ٥ | ١٠ | ١٣ | ٢٨ |
| ٢٠ | ٧ | ١٣ | ١٠ | ٣٠ |

**ويتوقف عدد السيقان التى تنتجها الدرنة الواحدة على العوامل التالية :**

**١ - العمر الفسيولوجى لدرنة التقاوى :**

تكون ظاهرة السيادة القمية قويةً فى الدرنات الحديثة ( الصغيرة العمر فسيولوجيًا ) ، مقارنة بما تكون عليه الحال فى الدرنات التى خزنت لفترات طويلةٍ نسبيًا ( الكبيرة العمر فسيولوجيًا ). وعند زراعة هذه الدرنات الصغيرة فسيولوجيًا، فإنها لا تنتج - عادةً - سوى ساق أو ساقين على الأكثر بكل نباتٍ ؛ بسبب قوة السيادة القمية فيها .

وتلاحظ هذه الظاهرة عند زراعة التقاوى المستوردة من غربى أوروبا فى شهر ديسمبر ؛ حيث لا تكون قد ضعفت فيها - بعد - حالة السيادة القمية إلى المستوى الذى

يمكنها من إنتاج ٤-٥ سيقان بكل نباتٍ. وبالمقارنة .. تكون الدرنات المنتجة محليًا في شهر مايو أو يونيو كبيرة العمر فسيولوجيًا عند زراعتها في شهر سبتمبر أو أكتوبر ؛ ولذا .. يكون عدد السيقان المنتجة/نبات في العروة الخريفية أكبر منه في العروة الصيفية ؛ بافتراض تساوى وزن درنة التقاوى في العروتين. هذا .. إلا أن ارتفاع درجة الحرارة وقت الزراعة في العروة الخريفية يؤثر سلبيًا على إنبات العيون ، ويقلل من عدد السيقان الفعلى/نبات عن العدد المتوقع/نبات في تلك العروة .

**٢ – درجة الحرارة التى خزنت عليها التقاوى :**

يؤدى تخزين التقاوى في حرارةٍ عاليةٍ إلى التخلص السريع من حالة السكون قبل أن تضعف فيها السيادة القمية ؛ الأمر الذى يؤدى إلى نمو عددٍ قليلٍ من السيقان من كل درنةٍ .

**٣ – الأضرار التى يمكن أن تحدث للنموات عند زراعتها آليًا :**

يتوقف مقدار هذه الأضرار على سمك النبت وطوله ؛ حيث يزيد الضرر كلما كان النبت رفيعًا وطويلاً ؛ الأمر الذى يحدث عند استنبات التقاوى في الظلام أو في إضاءةٍ ضعيفةٍ . كما يختلف مقدار الضرر الحادث باختلاف الزراعة . وأغلب الظن أن الدرنات التى يكسر فيها النبت من قاعدته تنمو عيونها الأخرى معطيةً أكثر من نبتٍ جديدٍ، وأن الدرنات التى يكسر فيها النبت من قمته تنمو بعض براعمه الجانبية الأخرى معطيةً أكثر من ساقٍ جديدةٍ ، وتكون النتيجة زيادة عدد السيقان المتكونة بالنبات الواحد، ولكن ذلك يكون مصاحبًا بتأخيرٍ في الإنبات ، وعدم انتظامه .

**٤ – الصنف :**

تختلف الأصناف بطبيعتها في عدد العيون التى توجد في وحدة الوزن من الدرنة ، وفى عدد العيون التى تنبت منها لتعطى سيقانًا ( Van der Zaag ١٩٩١ ) .

وتجدر الإشارة إلى أن تكوين الفروع القاعدية يقل كلما ازداد عدد السيقان الرئيسية بالمتر المربع ، إلى أن يتوقف تكوين الفروع – تقريبًا – عند وجود ٢٤ ساقًا رئيسية بكل مترٍ مربعٍ من الأرض. كذلك تقل مساحة الورقة بزيادة عدد السيقان الرئيسية ( Vos ١٩٩٥ ) .

**السيقان الأرضية والعوامل المؤثرة فيها ، وفى وضع الدرنات**

تتكون السيقان الأرضية ( المدادات ) Stolons – عادة – عند قاعدة الساق فى العقد القريبة من درنة التقاوى، وتكون هذه المدادات – عادة – أطول من تلك التى تتكون بعد ذلك من العقد الأعلى. كما يكون عدد المدادات المتكونة عند كل عقدة أكثر فى العقد السفلى منه فى العقد العليا؛ وهى التى ينمو من كل عقدة منها ساقاً أرضية واحدةً. وينمو – عادةً – ما بين ٥ و ١٥ مداداً من كل ساقٍ ، ولكن المدادات لا تكوّن درنات ؛ حيث تتراوح النسبة التى تكون درنات بين ٣٠٪ و ٥٠٪ . وعلى الرغم من عدم اختلاف الأصناف كثيرا فى عدد المدادات التى تتكون بكل ساق، إلا أنها تختلف فى نسبة المدادات التى تعطى درنات .

ويقل عدد المدادات التى تتكون بكل ساقٍ بزيادة عدد السيقان فى وحدة المساحة، بينما يزيد عددها بزيادة التسميد الآزوتى .

وتكون المدادات قصيرة ( وتلك صفة مرغوبة ) فى الحرارة المنخفضة ، وفى المستويات المنخفضة من النيتروجين ، وفى الأرض الجافة والثقيلة، علماً بأن هذه العوامل تؤدى إلى خفض مستوى الجبريللين ، وزيادة مستوى الإيثيلين فى النبات (Van der Zaag ١٩٩١) .

وتجدر الإشارة إلى أن السيقان الأرضية لا تتكون إلا فى وجود سيادةٍ قميةٍ للساق التى تنمو فيها ؛ فلو أزيلت القمة النامية وجميع البراعم الجانبية للساق الخضرية، فإن الساق الأرضية تنمو إلى ساق هوائية خضريةٍ . ويرتبط تكوين المدادات – عامةً – بتوافر تركيزات عالية من الجبريللين فى البراعم التى تكون تحت تأثير السيادة القمية (Wareing ١٩٨٢) .

وتكون بداية وضع الدرنات فى نهايات المدادات التى تنمو من العقد السفلى للساق ، ثم تتكون الدرنات فى المدادات الأعلى بصورةٍ تدريجيةٍ . ولا يتعدى فرق التوقيت بين بداية تكوين المدادات وبداية تكوين الدرنات فى أطرافها أكثر من أسبوعٍ واحدٍ . وكلما قصرت الفترة بين الزراعة وتكوين المدادات ، كلما قصرت الفترة كذلك بين تكوين المدادات وتكوين الدرنات .

وتتوافر أدلة قوية على وجود عاملٍ محفز لتكوين الدرنات ينتقل خلال التطعيم، وينتج فى النباتات فى دورات الفترات الضوئية القصيرة المهيئة للإزهار ، ولكن لا تعرف طبيعة هذا العامل .

كذلك يُثبط تكوين الدرنات فى وجود تركيزات عاليةٍ من حامض الجبريلليك ، بينما يؤدى وجود السيتوكينينات وحامض الأبسيسك إلى تحفيز تكوينها (Wareing ١٩٨٢).

## سكون الدرنات

تدخل درنات البطاطس بعد حصادها فى فترة سكون dormancy period لا تنبت خلالها الدرنات، حتى لو تهيأت لها الظروف المناسبة للإنبات ، وذلك بسبب وجود عوامل داخلية تمنعها من الإنبات . أما عندما لا تنبت الدرنات لعدم توفر الظروف الخارجية المناسبة للإنبات ، فإنها تعرف بأنها "هامدة" quiescent .

وتعرّف فترة السكون - عادة - بأنها الفترة التى تمر بين بداية تكون الدرنات فى أطراف السيقان الجارية إلى حين نمو البراعم بطول ملليمترين فى ظروف تخزينية مناسبة للتبرعم (Ittersum وآخرون ١٩٩٢) .

### العوامل المؤثرة على طول فترة السكون

يتأثر طول فترة السكون بالعوامل التالية :

#### الصنف

تختلف الأصناف فى طول فترة السكون، فمثلاً يعد الصنف داكشب Dakchip من الأصناف القصيرة نسبيًا فى فترة السكون، بينما يعد الصنف رست بيربانك Russet Burbank من الأصناف ذات فترة السكون الطويلة (Bogucki & Nelsen ١٩٨٠). وتتراوح فترة السكون - عادةً - بين خمسة أسابيع و عشرين أسبوعًا حسب الصنف.

وقد أوضحت دراسات Leclerc وآخرون (١٩٩٥) وجود ارتباط جوهرى بين طول فترة السكون فى كلٍ من الدرنات العادية والدرنات الصغيرة جدًا Microtubers الناتجة من زراعات الأنسجة ، وذلك فى مختلف الأصناف .

وتكون فترة السكون قصيرة غالبًا فى الأصناف المبكرة ، وفى الأصناف التى يكثر فيها النمو الثانوى ، وأيضًا فى الأصناف المقاومة للجفاف . إلا أن العلاقة بين التبكير فى النضج وقصر فترة السكون غير مؤكدة ، ولم تظهر أحيانًا . وفيما عدا ذلك .. فلا يوجد ارتباط بين طول فترة السكون والصفات النباتية الأخرى .

## درجة الحرارة السائدة قبل الحصاد

يؤدى الارتفاع فى درجة الحرارة قبل الحصاد بفترة – أى أثناء نشاط النموات الخضرية – إلى تقصير فترة السكون . وقد تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية مع ارتفاع درجة الحرارة إلى كسر سكون الدرنات وهى ما زالت فى التربة قبل الحصاد .

وقد وجد Ittersum & Seholte (١٩٩٢ ب) أن ارتفاع درجة الحرارة نهاراً إلى ٣٠ْم –٣٢ْم لمدة أربعة أسابيع بعد وضع الدرنات أدى إلى تقصير فترة السكون فى الصنف دايمنت ؛ مقارنةً برفع الحرارة نهاراً إلى ٢٢ْم–٢٦ْم ، والتى لم تكن مؤثرة فى هذا الشأن . وبالمقارنة ، فإن فترة سكون درنات الصنف ديزرية ازدادت طولاً عندما رفعت الحرارة نهارا أثناء نمو النباتات إلى ٢٢ْم–٣٢ْم . وفى جميع الحالات .. أدى ارتفاع الحرارة أثناء نمو النباتات إلى نمو عدد أكبر من البراعم بعد انتهاء فترة السكون.

## شدة الإضاءة وطول الفترة الضوئية قبل الحصاد

تضاربت الآراء بشأن تأثير شدة الإضاءة وطول الفترة الضوئية على طول فترة السكون . وتبين من دراسات Ittersum (١٩٩٢ ب) أن خفض شدة الإضاءة بنسبة ٥٠٪–٧٥٪ قبل الحصاد بفترة قصيرة أدى إلى تقصير فترة السكون بمقدار ٥–٧ . أيام كما أدت زيادة الفترة الضوئية من ١٢ إلى ١٨ ساعةً لمدة ٤–٦ أيام بعد بداية تكوين الدرنات بفترة قصيرة إلى تقصير فترة السكون بمقدار ٧ أيام .

## مدى نضج الدرنة عند الحصاد

تكون فترة السكون أطول فى الدرنات التى تحصد قبل تمام نضجها، عما فى الدرنات التى تحصد بعد تمام نضجها ؛ لأن فترة السكون تحسب من بدء وضع الدرنات ؛ وذلك يعنى انقضاء جزءٍ كبيرٍ من هذه الفترة قبل الحصاد فى الدرنات التى تحصد وهى مكتملة النضج .

## معاملات تثبيط إنبات البراعم التى تجرى قبل الحصاد

تؤدى معاملة النبات قبل الحصاد بمثبطات التبرعم؛ مثل : الماليك هيدرازيد ، أو إستر الميثايل لنفثالين حامض الخليك إلى إطالة فترة السكون بدرجةٍ كبيرة بعد الحصاد .

## الجروح التى تحدث بالدرنات أثناء حصادها وتداولها

يؤدى كشط البيريدرم أو تقطيع أو تقشير الدرنة إلى كسر حالة السكون (Burton ١٩٧٨).

## حجم الدرنة

وجد لدى مقارنة الدرنات الصغيرة والكبيرة الحجم من الصنف الواحد – والتى بدأت فى التكوين فى نفس الوقت وحصدت فى وقتٍ واحدٍ – أن فترة السكون كانت فى الدرنات الصغيرة الحجم أطول مما فى الدرنات الأكبر حجمًا. وربما يرجع ذلك إلى أن تركيز المواد المانعة للإنبات يكون أقل فى الدرنات الكبيرة الحجم، والتى تكون مكتنزة بالمواد الغذائية.

هذا .. إلا أن الأصناف تختلف فى هذا الشأن ؛ فقد وجد Ittersum (١٩٩٢ أ) علاقةً سالبةً بين طول فترة السكون والجذر التكعيبى لوزن الدرنة فى الصنف ديامنت، بينما لم تلاحظ أية علاقةٍ بين طول فترة السكون ووزن الدرنة فى الصنف ديزرية . وفى دراسةٍ أخرى ( Ittersum & Struik ١٩٩٢ ) كان الاختلاف فى وزن الدرنات، والعلاقة السالبة بين وزنها وطول فترة السكون أكثر العوامل إسهامًا فى الاختلافات المشاهدة فى طول تلك الفترة. كما وجدت نفس العلاقة السلبية بين حجم الدرنات وطول فترة السكون فى الدرنات الصغيرة جدًّا الناتجة من زراعات الأنسجة ؛ وذلك لدى مقارنة الدرنات التى يقل وزنها عن ٢٥٠ ملليجرامًا بالدرنات التى يزيد وزنها على ذلك ( Leclerc وآخرون ١٩٩٥ ).

ويرتبط حجم الدرنة – إلى حدٍّ كبير – بموعد وضعها ؛ حيث تكون الدرنات المتأخرة فى ترتيب وضعها أصغر حجمًا؛ الأمر الذى تأكد من دراسات Ittersum & Struik (١٩٩٢) التى أوضحت وجود علاقةٍ موجبةٍ بين موعد وضع الدرنات وطول فترة سكونها .

## درجة حرارة التخزين

توجد علاقة عكسية مباشرة بين درجة حرارة التخزين ، وطول فترة السكون ؛ فمثلاً وجد أن فترة السكون تقصر مع ازدياد حرارة التخزين من ٤°م – ٢١°م . وعندما قورنت فترة السكون فى درجات حرارة ٣°م ، ٥°م ، و ١٠°م ، و ٢٠°م وجد أن فترة السكون كانت أطول بنسبة ١٥٠٪ ، و ٦٧٪ ، وأقصر بنسبة ١٨٪ عند التخزين فى درجات حرارة ٣°م ، أو ٥°م ، أو ٢٠°م على التوالى بالمقارنة بالتخزين فى حرارة ١٠°م . ويوضح

جدول ( ٧-٢ ) كيف أن فترة السكون تقصر مع ارتفاع حرارة التخزين من ٤,٤ °م إلى ٢٢,٥ °م فى جميع الأصناف المختبرة، سواء أحُسبت فترة السكون المطلقة من بداية وضع الدرنات ، أم من بعد الحصاد (Burton ١٩٦٣) .

جدول ( ٧-٢ ) : تأثير درجة حرارة التخزين على طول فترة السكون فى عدد من أصناف البطاطس .

| الصنف | فترة السكون بالأسبوع عند تخزين الدرنات فى حرارة ( °م ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٤,٤ | | ١٠ | | ٢٢,٥ | |
| | من بداية تكوين الدرنات | من بعد الحصاد | من بداية تكوين الدرنات | من بعد الحصاد | من بداية تكوين الدرنات | من بعد الحصاد |
| Arran Consul | ٤٢< | ٢٨< | ٢٦ | ١٢ | ٢٢ | ٨ |
| Arran Pilot | ٣٠ | ١٢ | ٢٣ | ٥ | ٢٣ | ٥ |
| Arran Victory | ٢٨ | ١٢ | ٢١ | ٥ | ١٩ | ٣ |
| Arran Viking | ٣١ | ١٦ | ٢٠ | ٥ | ٢٣ | ٨ |
| Craig's Defiance | ٢٥ | ٨ | ٢٣ | ٦ | ٢٠ | ٣ |
| Golden Wonder | ٤١ | ٢٦ | ٢٧ | ١٢ | ٢٣ | ٨ |
| Home Guard | ٣١ | ١٢ | ٢٤ | ٥ | ٢٢ | ٣ |
| King Edward | ٣١ | ١٦ | ٢١ | ٦ | ٢٠ | ٥ |
| Majestic | ٤٤< | ٢٨< | ٢٨ | ١٢ | ٢٤ | ٨ |
| Ulster Chieftain | ٣٤ | ١٦ | ٢٣ | ٥ | ٢٣ | ٥ |
| Ulster Prince | ٣٣ | ١٤ | ٣٣ | ١٤ | ٢٧ | ٨ |

وقد وجد Ittersum & Scholte (١٩٩٢أ) أن تخزين الدرنات فى حرارة ٢٨ °م أدى إلى تغير فترة السكون فيها لمدد وصلت إلى ٤٥ يوما فى الأصناف ذات فترات السكون الطويلة . كذلك أدى وضع الدرنات فى حرارة ٢٨ °م لمدة ١٠ أيام أو ٢٠ يومًا - قبل تخزينها فى حرارة ١٨ °م - إلى تقصير فترة السكون فيها بنحو ٢-٣ أسابيع ؛ وذلك فى جميع الأصناف التى شملتها الدراسة .

## ظروف وعوامل التخزين الأخرى

من عوامل التخزين الأخرى التى تؤثر على سكون الدرنات ما يلى :

**أ – الرطوبة النسبية :**

تقصر فترة السكون عند ارتفاع الرطوبة النسبية فى هواء المخزن .

**ب – الضوء :**

بينما تشير بعض الدراسات إلى عدم وجود أى تأثير للضوء على طول فترة السكون نجد أن دراسات أخرى تفيد بأن التعريض للضوء يطيل فترة السكون فى الدرنات الناضجة، وينقصها فى الدرنات غير الناضجة . وقد فسر ذلك على أن الضوء ربما يساعد على التخلص من بعض مثبطات النمو التى توجد بكثرة فى الدرنات غير الناضجة؛ مما يؤدى إلى تقصير فترة سكونها ، بينما يعمل الضوء على تكون الكلوروفيل فى الدرنات الناضجة ، واحتمال تكوُّن مثبطات للنمو فى صورة بروتينات متحدة مع الكلوروفيل .

ومن ناحية أخرى .. فإن تعريض الدرنات للضوء يؤدى إلى قصر النموات المتكونة. وتتراوح أطوال الموجات المؤثرة فى هذا الشأن من ٣٥٠–٤٥٠ ، ومن ٦٥٠–٩٥٠ مللى ميكرون .

**جـ – الغازات :**

تكون فترة السكون أقصر ما يمكن عندما يتراوح تركيز الأكسجين فى هواء المخزن من ٥٪–١٠٪ . وتطول فترة السكون تدريجيًا بزيادة تركيز الغاز إلى أن ينعدم التنبيت عندما يصل تركيز الأكسجين إلى ٦٠٪–٨٠٪ . أما بالنسبة لغاز ثانى أكسيد الكربون ، فإن فترة السكون تكون أقصر ما يمكن بزيادة تركيز الغاز حتى ٢٪–٤٪ ، وتطول فترة السكون تدريجيًا بزيادة تركيز الغاز إلى أن ينعدم التنبيت عندما يصل تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى ١٥٪ . ويؤدى تعريض الدرنات لغاز الإيثيلين أو إلى أبخرة المركبات الكبريتية إلى تحفيزها نحو الإنبات .

## معاملات منظمات النمو

**أولاً : المعاملة بالجبريللين :**

تؤدى معاملة نباتات البطاطس أثناء نموها بالحقل بالجبريللين $GA_3$ إلى إنهاء سكون الدرنات التى فى طور التكوين ، وتبرعمها وهى مازلت فى التربة . وتزداد نسبة الدرنات

النابتة بزيادة التركيز المستخدم ، ومع التبكير فى توقيت المعاملة ، كما هو مبين فى جدول ( ٧ - ٣ ) .

جدول ( ٧-٣ ) : تأثير تركيز الجبريللين المستخدم فى معاملة نباتات البطاطس وموعد المعاملة على نسبة الدرنات النابتة قبل الحصاد (عن Devlin ١٩٧٥) .

| تركيز الجبريللين (جزء فى المليون) | نسبة الدرنات النابتة عند إجراء المعاملة قبل الحصاد بفترة (أسبوع) | | |
|---|---|---|---|
| | ١ | ٢ | ٤ |
| صفر | ٠,٢ | ١,٤ | صفر |
| ١٠ | ١,٥ | ١,٥ | ٣,٠ |
| ٥٠ | ٠,٤ | ١٨,٠ | ٥٨,٣ |
| ١٠٠ | ٢.١ | ٣٤,٣ | ٧٥,٦ |
| ٥٠٠ | ٥,٨ | ٥٠,٠ | ٨٣,٦ |

وقد وجد أن معاملة نباتات البطاطس فى الحقل قبل حصادها بنحو ٦ أيام بالجبريللين بمعدل ٣٧٥-٧٥٠ جراماً للهكتار ( ١٥٦-٣١٢ جم/فدان ) أدت إلى سرعة إنبات درناتها بعد الحصاد، دون أن يكون لهذه المعاملة تأثيرات سلبية على المظهر الخارجي للنباتات ، وذلك باستثناء حدوث تبرعم طفيفٍ لبعض الدرنات قبل الحصاد . وبالمقارنة بالدرنات التى حصل عليها من نباتاتٍ غير معاملةٍ بالجبريللين، فإن هذه المعاملة أدت إلى تقصير فترة السكون بمقدار ٤٠ يومًا فى الصنف ديامنت عندما خزنت درناته على ١٨°م ، و ٩٠ يومًا فى الصنف ديرزيه عندما خزنت درناته على ٢٨°م ( Ittersum & Scholte ١٩٩٣ ، و Ittersum وآخرون ١٩٩٣ ) .

وتؤدى معاملة الدرنات الحديثة الحصاد بالجبريللين إلى تقصير فترة السكون ، وإسراع التنبيت ، وزيادة طول النموات الجديدة . وعند زراعة هذه الدرنات نجد أنها تنبت بسرعة أكبر ، ويزداد المحصول أحيانًا. ويكفى لإحداث هذه التأثيرات مجرد غمس الدرنات فى محلول جبريللين بتركيز جزء واحد فى المليون (Weaver ١٩٧٢). وتؤدى زيادة التركيز عن خمسة أجزاء فى المليون إلى إحداث زيادة كبيرة فى طول السلاميات ، والسيقان الأرضية ، وتأخير نمو الدرنات والأوراق ، واصفرار النموات الهوائية ، مع احتمال نقص المحصول .

وتقل فاعلية الجبريللين فى كسر سكون الدرنات بزيادة الفترة من الحصاد لحين

المعاملة ، ومع انخفاض درجة حرارة التخزين. ولا تبدأ الدرنات المعاملة فى الإنبات إلا بعد أسبوعٍ أو أسبوعين من معاملتها .

ومن أهم التأثيرات الأخرى التى تحدثها معاملة الجبريللين للتقاوى أنها تؤدى إلى زيادة عدد السيقان التى تنبت من قطعة التقاوى ، وزيادة عدد الدرنات التى تتكون على النبات ، وزيادة استطالة الدرنات المتكونة ، وتصبح مدببة قليلاً عند الأطراف ، خاصة فى التركيزات العالية .

وإلى جانب ما تقدم .. نجد أن المعاملة بالجبريللين تفيد فى كسر سكون الدرنات التى أنتجت من حقول عوملت بالماليك هيدرازيد . ويلزم لأجل ذلك نقع الدرنات فى محلول جبريللين بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون، كما أن الدرنات التى فقدت المقدرة على الإنبات بسبب معاملتها بأشعة جاما ؛ يمكنها أن تستعيد مقدرتها على الإنبات فى خلال ٢٠ يومًا من معاملتها بالجبريللين بتركيز ٢٥٠ جزءًا فى المليون .

وتجدر الإشارة إلى أن الدرنات الصغيرة جدًّا microtubers تستجيب للمعاملة بالجبريللين بتركيز ١٠$^{-٤}$ مولارًا فى بيئة الزراعة بتحفيز التبرعم (وليس بكسر السكون)، وزيادة طول النبات (Désiré وآخرون ١٩٩٥ ب) .

ثانياً : المعاملة بالكينينات :

وجد أن المعاملة بالكينينات : كينين Kinin ، وكينتين Kinetin وزياتين Zeatin ، وبنزيل أدنين benzyladenine تؤدى إلى كسر السكون فى درنات البطاطس . وكان نقع الدرنات الكاملة فى محلول البنزيل أدنين benzyladenine أكثر تأثيرًا فى كسر السكون من المعاملة بأىٍّ من الكاينتين أو حامض الجبريلليك .

وقد لوحظ أن معاملة درنات البطاطس بالكينتين أو بالزياتين أدت إلى نقص المثبطات الحامضية التى تعرف باسم β-inhibitors التى يزداد تواجدها خلال مرحلة سكون الدرنات؛ الأمر الذى قد يعطى مؤشرًا إلى كيفية فعل الكينينات فى كسر حالة السكون (Stallknecht ١٩٨٣).

## المعاملة بالتيار الكهربائى

كانت للمعاملة بالتيار الكهربائى – سواء أكان التيار مستمرًا Direct ( DC ) ، أم مترددًا alternating (AC) – فاعلية كبيرة فى إنهاء حالة السكون فى درنات البطاطس ،

وأدت الى زيادة عدد البراعم النابتة عن المعاملة بأىّ من الكينتين ، أو حامض الجبريلليك (Kocacaliskan ١٩٩٠) .

## المعاملة بالإشعاع

تؤدى المعاملة بجرعة مقدارها ٥٠٠٠-٢٠٠٠٠ راد Rad من أشعة جاما إلى منع إنبات الدرنات لفترات طويلةٍ جدًّا ، وربما توقف الإنبات نهائيًا ، كما تُحدث المعاملة بأشعة X تأثيرات مماثلة .

## التغيرات الداخلية المصاحبة لسكون الدرنات

لايوجد حد يمكن اعتباره فاصلاً بين الدرنات الساكنة والدرنات التى على وشك الانتهاء من فترة السكون؛ لأن التغيرات التى تحدث فى الدرنات، وتؤدى إلى إنهاء حالة السكون تكون بصورة تدريجية تماما . وعلى الرغم من وجود علاقة ما بين حالة السكون وبين المستوى المرتفع لحامض الجبرلليك والمستوى المنخفض لحامض الأبسيسك abscisic acid ، فإن الارتباط التام معهما يعوزه الدليل الكمى ( Burton ١٩٧٨).

ولقد لوحظ أن انتهاء حالة السكون فى الدرنات يصاحبها نقص تدريجى فى كلّ مما يلى :

١ – تركيز مثبطات النمو، مثل حامض الأبسيسك، وحامض الكافييك Caffeic acid؛ فقد وجد أن تركيز الحامض الأخير يزداد تدريجيًا فى درنات البطاطس أثناء نضجها، ثم يقل تركيزه تدريجيًا مع انتهاء فترة السكون إلى أن يختفى تماما فى البراعم النابتة .

٢ – نشاط إنزيمات الكاتاليز Catalase ، والتيروزنيز Tyrosinase، والبولى فينول أوكسيديز Polyphenol oxidase .

٣ – تركيز حامض الأسكوربيك .

ومن ناحية أخرى .. فانتهاء فترة السكون تصاحبها زيادة تدريجية فى كل مما يلى :

١ – تركيز الجبريللينات : وجد أن تركيز الجبريللين فى عيون وقشرة الدرنة كان ٠,٣ ميكروجرام/كجم وزن طازج بعد ٢٥ يوما من الحصاد، ثم ارتفع بعد ٢٥ يوما أخرى عند انتهاء فترة السكون إلى ٣,٦ ميكروجرام/كجم من الدرنات الطازجة .

٢ – تركيز الأوكسينات ، ولكن الأوكسينات لاتُنهى حالة السكون ، وإنما تحفز نمو السيقان بعد انتهاء السكون .

٣ – تحلل البروتين وانتقاله من الدرنة إلى النبت .

٤ – تركيز الجلوتاثيون glutathione ؛ حيث يزداد التركيز – تدريجيًا – ابتداءً من بعد الحصاد وإلى حين انتهاء حالة السكون .

٥ – معدل التنفس ، ولكن يبدو أن زيادة معدل التنفس يصاحب نمو البراعم ولا يكون سببًا في إنهاء حالة السكون .

٦ – نشاط بعض الإنزيمات ؛ مثل : الأميليز ، والفلوفو بروتين أوكسيديز .

٧ – المقدرة على تمثيل الرنا ( حامض الـ آر إن إى RNA )، بينما لا يمكن للبراعم الساكنة تمثيل هذا الحامض، حتى لو أخذ الكروماتين منها ووضع مع كافة المكونات اللازمة لتمثيله ( Burton ١٩٦٣ ، و Devlin ١٩٧٥، و Hemberg ١٩٨٥ ) .

ويبدو أن سكون براعم درنات البطاطس ينظمه التفاعل بين كلٍّ من الجبريللينات وحامض الأبسيسيك ؛ حيث تؤدى معاملة البراعم غير الساكنة بحامض الأبسيسيك إلى منع نموها ، ولكن ذلك لايحدث إلا مع استمرار المعاملة ؛ وبتركيزات عاليةٍ نسبيًا . كذلك توجد مثبطات نموٍّ أخرى غير حامض الأبسيسيك فى البراعم الساكنة ( Wareing ١٩٨٢).

كما وجد ارتباط معنوى موجب بين طول فترة السكون وتركيز حامض الأبسيسك فى أنسجة الدرنات الصغيرة جدًا microtubers الناتجة من مزارع الأنسجة ( Leclerc وآخرون ١٩٩٥ ) .

وقد أضحت دراسات Suttle (١٩٩٥) أن مستوى حامض الأبسيسيك انخفض تدريجيًا فى درنات البطاطس المخزنة بعد الحصاد، وأن هذا الانخفاض ازداد معدله عندما خزنت الدرنات فى حرارة ٢٠°م ، مقارنةً بالتخزين فى حرارة ٣°م ، كما استمر الانخفاض فى مستوى الحامض ما استمر التخزين ، ولكن لم يمكن تحديد مستوى معينٍ من الحامض يرتبط بانتهاء حالة السكون فى الدرنات . هذا .. وكان مرد الانخفاض فى مستوى حامض الأبسيسيك إلى أكسدته إلى كلٍّ من حامض الفازيك phaseic acid ، والداى هيدروكسى فازيك dihydroxyphaseic acid .

وبالمقارنة .. وجد Cvikrova وآخرون (١٩٩٤) أن مستوى حامض الأبسيسيك ازداد تدريجيًا فى البراعم ، إلى أن وصل إلى أقصى حدٍ له فى منتصف فترة السكون العميق، ثم انخفض تدريجيًا إلى حين انتهاء حالة السكون . كذلك ازداد إنتاج الإيثيلين تدريجيًا فى الدرنات إلى أن وصل إلى أقصى معدلاته فى بدايات مرحلة السكون ، ثم انخفض تدريجيًا، واستمر عند المستوى المنخفض حتى بداية التبرعم .

## السيادة القمية

السيادة القمية Apical Dominance هى ظاهرة سيادة البرعم الطرفى للدرنة على باقى براعم الدرنة ، وتثبيطه لنموها . وأقصى درجات السيادة القمية هى عندما لا ينمو سوى البرعم الوسطى بالعين الطرفية للدرنة. ومع ضعف السيادة القمية ينمو البرعم الوسطى بالعيون الأخرى بالدرنة ، إلاّ أن تركيز التبرعم يكون فى العيون القريبة من قمة الدرنة . ومع استمرار ضعف السيادة القمية ينمو البرعم الأوسط فى جميع عيون الدرنة .. وعند اختفائها ينمو أكثر من برعمٍ بكل عين .

وتؤدى إزالة العين الطرفية إلى نمو البراعم فى العيون الجانبية ، كما أن إزالة النمو الناتج من البرعم الوسطى فى كل عينٍ تؤدى إلى نمو باقى براعم العين . ويؤدى تقطيع الدرنة إلى أجزاء إلى نمو البراعم فى مختلف العيون .

ولا تختلف السيادة القمية فى الدرنة عن السيادة القمية المعروفة فى سيقان النباتات .

وتتناسب شدة السيادة القمية عكسيًا مع طول فترة السكون؛ فإذا خزنت الدرنات فى ظروف تساعد على زيادة فترة السكون تصبح السيادة القمية ضعيفة ؛ وبذا .. فإن كافة العوامل التى تؤدى إلى إطالة فترة السكون تعمل على إضعاف حالة السيادة القمية . وتعد أفضل وسيلةٍ لتحقيق ذلك تخزين الدرنات على حرارة ٤°م لمدة شهرين بعد الحصاد ؛ حيث يؤدى نقلها إلى حرارة أكثر ارتفاعا بعد ذلك إلى إنباتها خلال شهر واحد ، مع تكوينها لنحو ٣-٤ نموات / درنة (Susnoschi ١٩٨١) .

ويؤدى رفع درجة حرارة التخزين تدريجيًا ( من ٤°م مثلاً إلى ٢٠°م ) إلى زيادة قليلة فى عدد النموات التى تنبت من الدرنة ، ولكن رفع الحرارة إلى ٢٠°م بصورة فجائية - بما يصاحبه من صدمة حراريةٍ - يؤدى إلى زيادة فى أعداد العيون النابتة . وعلى الرغم

من ذلك فلا ينصح بهذا الإجراء عند الرغبة فى التخلص من السيادة القمية ؛ ذلك لأن نقص الأكسجين فى مركز الدرنات الذى قد ينتج عن الارتفاع الفجائى فى معدل التنفس - قد يؤدى إلى إصابتها بالقلب الأسود .

ويمكن التخلص من السيادة القمية نهائيًا بمعاملة الدرنات باليثوريا، أو بالكينينات ؛ مثل الكينتين ، والزياتين .

الفصل الثامن

# صفات الجودة

يمكن تقسيم صفات الجودة فى البطاطس إلى ثلاث مجموعات؛ هى الصفات المظهرية، والصفات المؤثرة على الطعم والنكهة ، والصفات المؤثرة على الكثافة النوعية . ونقدم فى الفصل بيانًا بهذه الصفات .

وتجدر الإشارة إلى أن العيوب الفسيولوجية التى تظهر على الدرنات ذو علاقةٍ وثيقةٍ بصفات الجودة فى البطاطس، إلا أننا نقصر مناقشتنا فى هذا الفصل على صفات الجودة فى الدرنات الطبيعية التى تخلو من العيوب الفسيولوجية .

## الصفات المظهرية

صفات الجودة المظهرية هى أكثر ما يجذب المستهلك للبطاطس؛ وأهمها : الشكل، والحجم ، واللونان الخارجى والداخلى ، وصفات جلد الدرنة ، بالإضافة إلى التجانس فى الشكل ، والخلو من العيوب الفسيولوجية والنموات غير الطبيعية .

توجد خمسة أشكالٍ رئيسيةٍ لدرنات البطاطس؛ هى : الكروية Round، والبيضية Oval، والبيضية المدببة Pointed Oval، والكلوية Kidney، والمطاولة Elongated. وشكل الدرنة صفة وراثية تتحدد بالصنف، ولكنها تتأثر أيضًا بالعوامل البيئية وبالممارسات الزراعية .

يختلف الحجم المناسب لدرنات البطاطس من مكانٍ لآخر، ويتوقف على رغبة المستهلك. ويؤثر حجم الدرنة على مدى سهولة تداولها عند إعدادها للطهى، وعلى نسبة الجزء المفقود منها عند التقشير؛ فهو يزيد كلما كانت الدرنات أصغر حجمًا . ويفضل معظم المستهلكين الدرنات الكبيرة الحجم نسبيًا . وتعلّب الدرنات الصغيرة التى يتراوح قطرها بين ٢ و ٤ سم دون تقطيع. وعلى الرغم من أن حجم الدرنة صفة وراثية تتحدد بالصنف، إلا أنها تتأثر كثيرًا بعدد الدرنات المتكونة على كل ساقٍ من سيقان النبات ؛ حيث يقل الحجم بزيادة العدد، كما يمكن التحكم فى الحجم من خلال كثافة الزراعة؛ فكلما زاد عدد النباتات فى وحدة المساحة صغر حجم الدرنات المتكونة .

يتوقف لون الدرنة الخارجي على وجود صبغات الأنثوسيانين في العصير الخلوي لخلايا البيريدرم ، أو الخلايا الخارجية لطبقة القشرة .

أما اللون الداخلي، فيكون غالبا أبيض أو أصفر . وقد أمكن تعرُّف أكثر من ١٢ مادة كاروتينيةً في درنة البطاطس ، وهي على علاقةٍ أكيدةٍ باللون الداخلي . ويعتبر لون الدرنة – سواء أكان اللون الخارجي ، أم الداخلي – صفةً وراثيةً تختلف من صنف لاخر .

ويتحدد اللون الداخلي بمجموعتين من الصبغات ؛ هما :

١ – الصبغات الأنثوسيانينية : وهي المسئولة عن ألوان اللب الداخلي الأحمر، والأزرق ، والقرمزي .

٢ – الصبغات الكاروتينية : ومن أهمها الزانثوفيلات Xanthophylls ، وهي المسئولة عن لون اللب الداخلي الأصفر (عن Brown وآخرين ١٩٩٣) .

يختلف سمك طبقة الجلد من صنفٍ لآخر ؛ فبعض الأصناف تكون بطبيعتها ذات جلدٍ سميكٍ ، خاصة الأصناف الشبكية ؛ مثل : نتد جم Netted Gem ، لكن هذه الصفة تتأثر كثيرا بالعمليات الزراعية ، وبالعوامل البيئية ؛ فيكون جلد الدرنة أقل سمكًا عند زيادة التسميد الآزوتي، أو زيادة عمق الزراعة ، بينما يؤدي التسميد الفوسفاتي الجيد والري المنتظم إلى زيادة سمك طبقة الجلد . أما حرارة التربة العالية ، فإنها تؤدي إلى جعل جلد الدرنة خشنًا (Gray & Hughes ١٩٧٨) .

## الصفات المؤثرة على الطعم والنكهة

### أولاً – الطعم

يتأثر الطعم المميز لدرنة البطاطس بكلٍ من الحموضة ، والملوحة ، والحلاوة ، والمرارة ؛ وهي كما يلي في البطاطس :

الحموضة :

تعتبر البطاطس قريبةً من التعادل ؛ إذا يقدر الـ pH في الدرنات الحديثة الحصاد بنحو ٦,٥ .

**الملوحة :**

تعتبر البطاطس قليلة الملوحة بطبيعتها، حيث تبلغ نسبة كلوريد الصوديوم فيها ٠,٠٦٣٪ . ولتحسين الطعم فى البطاطس المجهزة للأكل نجد أن نسبة ملح الطعام ترفع إلى ٠,٦٪ فى البطاطس المطبوخة والمهروسة mashed potatoes ، وإلى ٢,٥٪ فى الشيبس .

**الحلاوة :**

تعتبر البطاطس أيضا قليلة الحلاوة بطبيعتها ، إلا أنها قد تصبح حلوة المذاق فى ظروف خاصة تصل فيها نسبة السكر إلى ١٠٪ من الوزن الجاف؛ حسب الصنف ، ودرجة النضج ، ودرجة حرارة التخزين . وترتفع نسبة السكر فى الدرنات فى الحالات التالية :

١ – فى الأصناف ذات الكثافة النوعية المنخفضة عما فى الأصناف ذات الكثافة النوعية المرتفعة ، كما فى الصنف كنيبك Kennebec ( Okeyo & Kushad ١٩٩٥ ).

٢ – عند حصاد الدرنات قبل تمام نضجها .

٣ – عند تخزين الدرنات فى حرارة أقل من ١٠ْم ، ويزداد تراكم السكريات مع انخفاض درجة حرارة التخزين حتى درجة التجمد ، ويمكن أن يصل تركيزها إلى ١٠٪ من الوزن الجاف للدرنة . وتكون معظم الزيادة فى السكريات المختزلة .

**المرارة :**

ليست البطاطس مرة الطعم بطبيعتها ، لكن تعريضها للضوء يؤدى إلى تكون مادة السولانين Solanine التى تكسبها طعما مرًا .

## ثانياً – النكهة

تتحدد النكهة المميزة للبطاطس بواسطة المركبات القابلة للتطاير Volatile Substances التى توجد فيها . وقد أمكن التعرف على أكثر من ٤٤ مركبًا من هذه المركبات المتطايرة فى البطاطس الطازجة والمقلية ؛ منها الأحماض العضوية المشبعة وغير المشبعة، والألدهيات، والكيتونات، والميركابتانات Mercaptans وغيرهم .

ومن المركبات التى وجد أن لها دورًا واضحًا فى إعطاء البطاطس نكهتها المميزة

مركب مثيونال Methional فى البطاطس الطازجة ، والمركبات ٢ ، ٤ ديكاديينال 2,4-decadienal ، و ٢ ، ٥-داى ميثايل بيرازين 2,5-dimethylpyrazine فى البطاطس المقلية (Burr ١٩٦٦) .

# الكثافة النوعية

## أهمية الكثافة النوعية

تتحكم الكثافة النوعية فى جودة منتجات البطاطس. وقد تكون الكثافة النوعية العالية صفةً مرغوبة أو غير مرغوبةٍ ، ويتوقف ذلك على طريقة تجهيز المنتجات؛ فعند ارتفاع الكثافة النوعية تكون البطاطس نشويةً أو دقيقيةً mealy ، وتلك صفة مرغوبة فى حالتى البطاطس المعدة فى الفرن baked ، والمهروسة mashed ؛ لأنها تحسن الطعم ، كما أن الكثافة النوعية العالية أمر مرغوب فيه عند صناعة الشبس ؛ لأنها تؤدى إلى زيادة المنتج النهائى من وحدة الوزن من الدرنات الطازجة .

وعلى الجانب الآخر .. فالنشوية الزائدة صفة غير مرغوبٍ فيها فى البطاطس المقلية، كما تؤدى زيادة الكثافة النوعية إلى تفتت البطاطس عند الغلى فى الماء ؛ مما يجعلها صفةً غير مرغوبةٍ عند الطهى والتعليب ، وفى السلطات؛ ففى جميع هذه الحالات تفضل الدرنات ذات الكثافة النوعية المنخفضة نسبيًا أو المتوسطة الارتفاع (Kunkel ١٩٦٦)، ولكن انخفاضها كثيرا يؤدى إلى زيادة استهلاك الزيت فى البطاطس المقلية .

وللكثافة النوعية العالية أهمية كبيرة فى صناعة الشبس ؛ فكل زيادة مقدارها ٠,٠٠٥ فى الكثافة النوعية تعنى زيادةً مقدارها ١٠ كجم من الشبس المصنعة من كل طنٍّ من الدرنات المقشرة، كما تؤدى زيادة الكثافة النوعية إلى خفض استهلاك الزيت المستعمل فى تحضير الشبس ؛ ولذلك فائدتان ؛ هما : التوفير فى النفقات ، وزيادة صلاحية الشبس للتخزين ؛ نظرًا لانخفاض محتواها من الزيت (MacLean وآخرون ١٩٦٦ ، و Smith ١٩٦٨) .

ويفضل دائما فصل الدرنات إلى درجات حسب كثافتها النوعية لاستعمالها فى الأغراض المختلفة . ويؤدى ذلك إلى تجانس قوام المنتجات المُصنّعة ، وزيادة التحكم فى نوعيتها . ويمكن أن يستدل من الكثافة النوعية على كمية المنتج من البطاطس المجففة dehydrated potatoes ، والمقلية ، والشبس .

وإذا ما اعتبرنا أن نسبة المادة الجافة هى دليل على الكثافة النوعيـــة – لارتباطـــهما إيجابيًا بشدةٍ – فإنه يمكن القول إن زيادة المادة الجافة من ١٩٪ إلى ٢٢٪ – على ســـبيل المثال – تؤدى إلى زيادة كمية البطاطس المقلية من وحـــدة الوزن من الدرنات بنســـبة ٥٪، وزيادة كمية الشبس بنسبة ١٠٪ ، مع خفض كميـــة الزيـــت التـــى تســـتهلك فـــى تصنيعها بنسبة ٣٨٪ فى حالة البطاطس المقلية ، و ٧٪ فى حالة الشبس . وفضلا علـــى أن خفض محتوى البطاطس المقلية والشبس من الدهـــون يعد أمرًا مرغوبًـــا فيـــه مـــن الناحية الغذائية ، فإن البطاطس المقلية التى تصنَّع من درنـــات ذات محتـــوى منخفـــض كثيرًا من المادة الجافة تكون طريةً وشمعية المظهر . وبصورةٍ عامةٍ .. يفضـــل ألاّ تقـــل نسبة المادة الجافة عن ٢٠٪ لصناعة البطاطس المقلية ، وأن تصل إلى ٢٤٪ لصناعـــة الشبس .

## الصفات المرتبطة بالكثافة النوعية

ترتبط الكثافة النوعية – أساسا – بكلٍّ من نسبتى النشا والمادة الجافة فى الدرنـــات. وعلى الرغم من ارتباط درجة نشوية الدرنات بكثافتها النوعية، إلا أن هذه الصفة تتـــأثر ببعض العوامل الأخرى، فقد وجد Nylund (١٩٦٦) اختلافاتٍ بين ثلاثـــة أصنـــافٍ مـــن البطاطس فى درجة نشويتها ، على الرغم من تماثلها فى الكثافة النوعية . وقد وجـــد أن صفة النشوية ترتبط إيجابيًا بكلٍّ من : نسبة النشا ، والمادة الجافة ، والأميلوز ، وبدرجة لزوجة أنسجة الدرنة بعد تسخينها ، كما ترتبط سلبيًا بكلٍّ من نسبتى السكريات الكليـــة ، والسكريات المتعددة ، إلا أن الكثافة النوعية ترتبط ارتباطًا وثيقًـــا بنســـبة النشـــا فـــى الدرنات. ونظرًا لأن النشا هو المكون الرئيسى للمادة الجافة ، فإن المادة الجافة ترتبـــط هى الأخرى بالكثافة النوعية. وتـــزداد الكثافـــة النوعيـــة للدرنات بزيادة نسبة النشـــا ، أو المادة الجافة فيها .

ويتشابه توزيع النشا مع توزيع المادة الجافة فى الدرنات ؛ فتزيد نسبة كلٍّ منهما من الجلد حتى منطقة الحزم الوعالية ، ومن مركز الدرنة حتى الحزم الوعائية ؛ ويعنى ذلـــك أن نسبتى النشا والمادة الجافة أعلى ما يمكن فى الخلايا البرانشيمية المحيطة باللحـــاء ، كذلك تزداد نسبة النشا والمادة الجافة تدريجيًا بالاتجاه من الطرف القمى نحـــو الطـــرف القاعدى للدرنة .

## العوامل المؤثرة فى الكثافة النوعية

تتأثر الكثافة النوعية لدرنات البطاطس بالعوامل التالية :

### الصنف

تتفاوت الأصناف كثيرا فى كثافتها النوعية ؛ نظرًا لاختلافها فى محتوى درناتها من النشا والمادة الجافة . وفى دراسة على ٩ أصناف من البطاطس الأمريكية وجد أن الكثافة النوعية تراوحت بين ١,٠٧٤ فى الصنف سيباجو و ١,٠٩٢ فى الصنف ديلس Delus . وفى دراسةٍ أخرى أجريت على ١١ صنفًا تراوحت الكثافة النوعية بين ١,٠٦٧ فى الصنف كادتادن Katahdin و ١,٠٩٠ فى الصنف ديلس .

### منطقة الإنتاج

تؤثر الظروف المناخية السائدة على نسبة المادة الجافة فى الدرنات ؛ ومن ثم فهى تؤثر على كثافتها النوعية. ففى إحدى الدراسات تراوحت نسبة المادة الجافة فى مناطق الإنتاج المختلفة بين ١٦,٢٨٪ و ٢٠,٤٤٪ فى الصنف شيباوا Chippewa، وبين ٢١,٤٤٪ و ٢٥,٢٢٪ فى الصنف جرين ماونتين Green Mountain . وعموما .. فإن الظروف المناخية التى تؤدى إلى زيادة النمو الخضرى تعمل كذلك على إنقاص نسبة المادة الجافة فى الدرنات .

### طول موسم النمو

تزداد الكثافة النوعية بزيادة فترة نمو النباتات ، ويرتبط ذلك بكلٍّ مما يلى :

١ – موعد الحصاد : تقل الكثافة النوعية فى حالة الحصاد المبكر ، كما هى الحال فى البطاطس البلية .

٢ – طريقة التخلص من النموات الخضرية قبل الحصاد : تقل الكثافة النوعية عند اتباع وسائل القتل السريع للنموات الخضرية ، سواء أكان ذلك بالطرق الكيميائية ، أم الميكانيكية .

٣ – مدى خلو النموات الخضرية من الإصابات المرضية والحشرية ؛ حيث يؤدى خلوها من الإصابات إلى بقائها بحالةٍ جيدة لأطولِ فترة ممكنة؛ فتزيد بذلك الكثافة النوعية .

### قوام التربة

يؤثر قوام التربة على الكثافة النوعية من خلال تأثيره على خصوبة التربة ، ودرجة حرارتها ، وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة ضد الجاذبية .

### الرطوبة الأرضية

تقل الكثافة النوعية مع زيادة الرطوبة الأرضية ، كما تؤثر الرطوبة الأرضية على الكثافة النوعية من خلال تأثيرها على درجة حرارة التربة .

وبينما كان لنقص الرطوبة الأرضية ( -80 kPa ) فى بداية ومنتصف موسم النمو تأثيرا سلبيًا كبيرًا على محصول الدرنات – واختلفت الأصناف فى مدى تأثرها بهذا الشد الرطوبى – فإن نقص الرطوبة الأرضية فى منتصف موسم النمو أثر سلبيًا – كذلك – على الكثافة النوعية للدرنات ( Lynch وآخرون ١٩٩٥ ) .

### ملوحة التربة ومياه الري

تؤدى زيادة الملوحة كثيراً إلى موت النباتات مبكرا ؛ ومن ثم انخفاض الكثافة النوعية للدرنات ، ولكن ارتفاع الملوحة بدرجة متوسطةٍ يؤدى إلى الحد من النمو الخضرى للنبات ؛ مما يؤدى إلى زيادة تراكم المادة الجافة فى الدرنات ، وزيادة كثافتها النوعية تبعًا لذلك .

### التسميد

يؤدى الإفراط فى التسميد الآزوتى أو البوتاسى إلى نقص الكثافة النوعية للدرنات. ويتفوق تأثير البوتاسيوم على تأثير الآزوت فى هذا الشأن، كما يزداد النقص فى الكثافة النوعية عند التسميد بكلوريد البوتاسيوم ، عما فى حالة التسميد بكبريتات البوتاسيوم (White وآخرون ١٩٧٤) .

وقد وجد Westermann وآخرون (١٩٩٤) أن كلاً من النيتروجين والبوتاسيوم أنقصا تركيز المادة الجافة والنشا فى كل أجزاء الدرنة . وبينما أحدث التسميد النيتروجينى زيادةً فى نسبة السكريات المختزلة فى طرف الدرنة البعيد ( القمى ) ، ونقصًا فى نسبة السكريات المختزلة فى طرف الدرنة المتصل بالنبات ( القاعدى ) ، فإن التسميد البوتاسى أحدث نقصًا فى نسبة السكريات المختزلة فى طرفى الدرنة . وقد توقف تأثير التسميد

البوتاسى فى الكثافة النوعية على تركيز البوتاسيوم فى الدرنات ؛ الأمر الذى لم يتأثر بمصدر السماد البوتاسى ، أكان كلوريد بوتاسيوم ، أم كبريتات بوتاسيوم .

وحصل Maier وآخرون (١٩٩٤) على علاقةٍ جوهرية غير خطية Curvilinear بين الكثافة النوعية، وتركيز كلٍ من النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم فى الطرف القاعدى للدرنة ، وكان معامل الارتباط ٠,٢٧ ، و ٠,٦٢ ، و ٠,٧٦ للعناصر الثلاثة على التوالى .

وليس للكالسيوم أو المغنيسيوم تأثير يذكر على الكثافة النوعية. أما العناصر الدقيقة ، فإنها تُحدث زيادة طفيفة فى الكثافة النوعية فى بعض مناطق الإنتاج .

## طرق تقدير الكثافة النوعية

يجب أن تكون العينة المستخدمة فى تقدير الكثافة النوعية ممثلةً تماما للمحصول الذى تراد دراسته ؛ ويتحقق ذلك بأخذ درنتين من كل ٥٠ جوالاً ، أو ٤ درنات من كل ١٠٠ جوال عند تفريغ محصول البطاطس ، على أن يتم ذلك بطريقةٍ عشوائيةٍ . وقد يمكن سحب العينة بأخذ درنات مفردة بطريقة عشوائيةٍ على فترات منتظمةٍ عند مرور الدرنات على آلة التدريج ، على أن يتم التوقيت؛ بحيث تؤخذ درنة واحدة على الأقل من كل ١٠٠ كجم من البطاطس. ويجب ألا يقل وزن العينة عن ٢٥ كجم. تغسل العينة جيدا ، وتترك حتى تجف ، ثم توزن الكمية المرغوبة بدقة حسب الطريقة المتبعة فى تقدير الكثافة النوعية . ويلى ذلك تقطيع جميع الدرنات التى يحتمل إصابتها بالقلب الأجوف ؛ حتى لا تؤثر الفجوات الهوائية التى بداخلها على تقدير الكثافة النوعية .

**وتقدر الكثافة النوعية بالطرق التالية :**

١ – توزن كمية معينة من الدرنات فى الهواء ، ثم توزن وهى مغمورة فى الماء، ثم تحسب الكثافة النوعية بالمعادلة التالية :

$$\text{الكثافة النوعية} = \frac{\text{الوزن فى الهواء}}{\text{الوزن فى الهواء} - \text{الوزن فى الماء}}$$

وإذا قدر الوزن فى الماء لعينةٍ وزنها فى الهواء ٥٠ رطلاً ( أى ٢٢,٦٨٠ كجم )، فإنه يمكن حساب كثافتها النوعية من جدول ( ٨–١ ) . ويستخدم فى تقدير الوزن ميزان حساسيته ٢٥ جم، أو أكثر حساسيةً من ذلك. ويراعى عند تقدير الوزن ألا تتلامس السلة التى توضع فيها الدرنات مع جدار الإناء المحتوى على الماء ، وأن تغمر السلة والدرنات

تماما فى الماء، وأن تكون درجة حرارة الماء ٢٠°م، كما أنه من الضرورى وزن السلة فى الماء وفى الهواء وهى فارغة. ولتقدير الكثافة النوعية عندما يكون الوزن فى الماء مختلفًا عن الأوزان المبينة فى جدول ( ٨-١ )، فإنه يلزم عمل رسم بيانى يوضح العلاقة بين الكثافة النوعية والوزن فى الماء ( Ross وآخرون ١٩٥٩ ) .

جدول ( ٨-١ ) : الكثافة النوعية المحسوبة لدرنات البطاطس التى يبلغ وزنها فى الهواء ٥٠ رطلاً ( ٢٢,٦٨٠ كجم ) عند اختلاف وزنها فى الماء .

| وزن العينة فى الماء ( كجم ) | الكثافة النوعية | المواد الصلبة الكلية ( ٪ ) |
|---|---|---|
| ١,٠٠٠ | ١,٠٤٦١ | ١٣,٥ |
| ١,٠٥٠ | ١,٠٤٨٥ | ١٤,٠ |
| ١,١٠٠ | ١,٠٥١٠ | ١٤,٥ |
| ١,١٥٠ | ١,٠٥٣٤ | ١٥,٠ |
| ١,٢٠٠ | ١,٠٥٥٩ | ١٥,٥ |
| ١,٢٥٠ | ١,٠٥٨٣ | ١٦,٠ |
| ١,٣٠٠ | ١,٠٦٠٨ | ١٦,٦ |
| ١,٣٥٠ | ١,٠٦٣٢ | ١٧,١ |
| ١,٤٠٠ | ١,٠٦٥٨ | ١٧,٧ |
| ١,٤٥٠ | ١,٠٦٨٣ | ١٨,٢ |
| ١,٥٠٠ | ١,٠٧٠٨ | ١٨,٧ |
| ١,٥٥٠ | ١,٠٧٣٤ | ١٩,٣ |
| ١,٦٠٠ | ١,٠٧٥٩ | ١٩,٩ |
| ١,٦٥٠ | ١,٠٧٨٥ | ٢٠,٤ |
| ١,٧٠٠ | ١,٠٨١٠ | ٢١,٠ |
| ١,٧٥٠ | ١,٠٨٣٦ | ٢١,٥ |
| ١,٨٠٠ | ١,٠٨٦١ | ٢٢,٠ |
| ١,٨٥٠ | ١,٠٨٨٨ | ٢٢,٦ |
| ١,٩٠٠ | ١,٠٩١٤ | ٢٣,٢ |
| ١,٩٥٠ | ١,٠٩٤١ | ٢٣,٨ |
| ٢,٠٠٠ | ١,٠٩٦٧ | ٢٤,٤ |
| ٢,٠٥٠ | ١,٠٩٩٤ | ٢٥,٠ |
| ٢,١٠٠ | ١,١٠٢٠ | ٢٥,٦ |

٢ – باستخدام هيدروميتر البطاطس Potato hydrometer :

صمم هذا الجهاز Smith عام ١٩٥٠ ، وهو معاير لكى يعطى قراءة الكثافة النوعية لعينة من الدرنات، وزنها فى الهواء ٨ أرطال ( ٣,٦٣٢ كجم ) . وتقدر الكثافة النوعية بقراءتها على تدريج الجهاز مباشرةً بعد وضع العينة فى سلة خاصة بالجهاز ، وتركها لتتدلى تماماً فى وعاء به ماء ( Talburt & Smith ١٩٥٩ ) .

٣ – بالاستدلال على الكثافة النوعية للدرنات من الكثافة النوعية للمحلول الملحى الذى تظل فيه الدرنات معلقةً، دون أن تطفو أو تسقط فى القاع ، وهو المحلول الذى تتساوى كثافته النوعية مع الكثافة النوعية للدرنات. ويُبين جدول ( ٨–٢ ) الكثافة النوعية لمحاليل ملحيةٍ تختلف فى تركيز ملح الطعام بها .

جدول ( ٨–٢ ) : الكثافة النوعية لمحاليل ملحية مختلفة المحتوى من ملح الطعام

| تركيز ملح الطعام ( ٪ بالوزن ) | تركيز ملح الطعام ( حجم / لتر من الماء ) | الكثافة النوعية للمحلول |
|---|---|---|
| ٨ | ٨٤,٥ | ١,٠٥٥٩ |
| ٩ | ٩٥,٧ | ١,٠٦٣٣ |
| ١٠ | ١٠٧,١ | ١,٠٧٠٧ |
| ١١ | ١١٨,٦ | ١,٠٧٨٢ |
| ١٢ | ١٣٠,٣ | ١,٠٨٥٧ |
| ١٣ | ١٤٢,١ | ١,٠٩٣٣ |
| ١٤ | ١٥٤,١ | ١,١٠٠٩ |
| ١٥ | ١٦٦,٣ | ١,١٠٨٥ |
| ١٦ | ١٦٨,٦ | ١,١١٦٢ |
| ١٧ | ١٩١,١ | ١,١٢٤٠ |
| ١٨ | ٢٠٣,٧ | ١,١٣١٩ |
| ١٩ | ٢١٦,٦ | ١,١٣٩٨ |
| ٢٠ | ٢٢٩,٦ | ١,١٤٧٨ |

٤ – بالحساب عند معرفة نسبة النشا ، أو نسبة المادة الجافة فى الدرنات :

ففى دراسة أجريت على ٥٦٠ عينةً من البطاطس من أصناف مختلفةٍ وجدت

ارتباطات قوية بين نسبة النشا ، ونسبة المـــادة الجافــة ، والكثافــة النوعيــة للدرنات . وقد كان معامل الارتباط ٠,٩٥٦ بين نسبة المادة الجافة ونسبة النشا ، و ٠,٩٣٧ بين الكثافة النوعية ونسبة المادة الجافة، و ٠,٩٤٧ بيـــن الكثافــة النوعية ونسبة النشا . ولم تتأثر هذه القيم بالعوامل الجوية أو بالأصناف ، وإن كان للأصناف تأثير طفيف .

وقد أمكن الاستفادة من هذه الارتباطات فى إيجاد معادلات يمكن استخدامها فى التنبـؤ بالكثافة النوعية ، أو نسبة النشا ، أو نسبة المادة الجافة عندما تكون المتغيرات الأخرى معروفةً كما يلى :

نسبة النشا = ١٧,٥٥ + ٠,٨٩١ X ( نسبة المادة الجافة – ٢٤,١٨ ) .

نسبة المادة الجافة = ٢٤,١٨٢ + ٢١١,٠٤ X ( الكثافة النوعية – ١,٠٩٨٨ ).

نسبة النشا = ١٧,٥٤٦ + ١٩٩,٠٧ X ( الكثافة النوعية – ١,٠٩٨٨ ) .

هذا .. وقد اختلفت الثوابت التى استخدمت فى هذه المعادلات فى الحدود التالية :

( ٢٤,١٨٢±٠,٠٣٥ ، و ٢١١,٠٤±٣,٣٣ ، و ١٧,٥٤٦±٠,٠٣ ، و ١٩٩,٠٧ ± ٢,٨٨ ) ( Burton ١٩٤٨ ) .

ولمزيد من التفاصيل عن صفات الجودة فى درنات البطاطس يراجع Gray & Hughes ( ١٩٧٨ ) . أما صفات الجودة فى البطاطس المصنعة ، فـيراجع بشأنـها Talburt & Smith ( ١٩٥٩ ) ، و Campbell Institute For Agricultural Research (١٩٦٦) ، و Smith (١٩٦٨) .

الفصل التاسع

# العيوب الفسيولوجية والنموات غير الطبيعية

تتعرض درنات البطاطس للإصابة بعديدٍ من العيوب التى تحط من قيمتها التسويقية، كما تظهر على النباتات أحيانًا أعراض غير طبيعية . وجميع هذه العيوب والأعراض غير الطبيعية ترجع إلى أسبابٍ فسيولوجيةٍ ، وتختلف عن الإصابات المرضية والحشرية ، وهى التى سنتناولها بالدارسة فى الفصل الأخير .

## اخضرار الدرنات

يؤدى تعرض الدرنات للضوء إلى اخضرارها نتيجةً لتمثيل الكلوروفيل فيها ؛ وهو عيب فسيولوجيى يعرف باسم الاخضرار greening . وتصاحب ذلك دائمًا زيادة فى محتوى الدرنات من الجليكوألكالويدات السامة للإنسان ، وهى التى تعرف مجتمعةً فى البطاطس باسم السولانين Solanine . ويظهر الاخضرار فى أى وقتٍ تتعرض فيه الدرنات للضوء ، سواء أكان ذلك قبل الحصاد أم أثناءه ، أم أثناء تداول الدرنات ، أم عند تخزينها، أم أثناء عرضها للبيع فى الأسواق ، أم لدى المستهلك .

هذا .. ولا يرتبط تكوُّن الكلوروفيل بتكون السولانين إلا فى أن كلاًّ منهما يتكون عند تعرض الدرنات للضوء ، لكن ذلك يتم فى عمليتين منفصلتين ؛ فالكلوروفيل يتكون عند التعرض للضوء الأزرق ، أو الأصفر ، أو الأحمر ( ولكن تزداد سرعة تكوينه فى الضوء الأزرق عنها فى الضوء الأحمر ) ، بينما يتكون السولانين عند التعرض للضوء الأزرق . ومن الطبيعى أن الضوء العادى الذى تتعرض له الدرنات يتضمن كل ألوان الطيف .

وقد وجد Dale وآخرون (١٩٩٢) اختلافات جوهريةً فى محتوى درنات ستة أصناف من البطاطس فى كلٍّ من الكلوروفيل والجليكوألكالويدات الكلية ( السولانين ) لدى تعرضها لإضاءةٍ متواصلةٍ شدتها ١٠٠٠٠ لكس ( مثل ضوء الشمس تقريبًا ) لمدة سبعة أيام . كما بدا من تباين استجابة الأصناف لمعاملة التعريض للضوء. وجود علاقةٍ بين الصفتين .

## تكون الكلوروفيل

لا يتكون الكلوروفيل إلا فى طبقة سطحيةٍ من الدرنة لا يتعدى سمكها ٢ مم . ونادرا ما يزيد تركيزه على ملليجرام واحدٍ لكل ١٠٠ سم٢ من سطح التربة . ومتى تكوَّن الكلوروفيل وظهر اللون الأخضر ، فإن الدرنات لا تفقده بسهولة . ففى إحدى الدراسات وُجد أنه لم يحدُثْ نقص فى محتوى الدرنات من الكلوروفيل بعد تخزينها لمدة ٢٦ يوما، سواء أكان التخزين فى حرارة ٢,٢ ، أم ٢٣,٨°م . وفى دراسةٍ أخرى تكوُّن الكلوروفيل خلال يومين إلى أربعة أيام من التعرض للضوء، بينما لزم لاختفائه شهر كامل من التخزين فى درجة حرارة ٢٣,٨°م فى الظلام .

وعموما ، فإن الكميات الصغيرة من الكلوروفيل التى تتكون بعد التعرض للضوء تختفى ببطء مع تخزين الدرنات فى الظلام لفترات طويلةٍ، بينما يبقى الكلوروفيل – الذى يتكون بعد التعرض للضوء لفترة طويلةٍ – ثابتًا (Virgin & Sundqvist ١٩٩٢).

## العوامل المؤثرة فى سرعة اخضرار الدرنات

تتأثر سرعة اخضرار الدرنات بالعوامل التالية :

**١ – الصنف :**

تختلف الأصناف فى قابليتها للاخضرار عند تعرضها للضوء ؛ فيكون الاخضرار أسرع فى الأصناف ذات الجلد الأبيض . وبرغم تكون الكلوروفيل فى الأصناف ذات الجلد الشبكى الفلينى ( russeted varieties ) ، إلاّ أن ذلك يكون بدرجةٍ أقل مما فى الأصناف ذات الجلد الأملس ، كما لا يظهر فيها بنفس الدرجة من الوضوح .

ومن ناحية أخرى .. فالأصناف تختلف فى العمق الذى توضع فيه الدرنات فى التربة ؛ فالصنف كاتادن Katahdin مثلاً يضع درناته سطحيًا ، ويحتاج إلى عنايةٍ خاصةٍ فى إجراء عملية التردبم لمنع وصول الضوء إلى الدرنات، وإلا تكونت درنات خضراء تمامًا بنسبة ١٠–١٥٪ من المحصول ، وهى درنات لا تصلح للتسويق ولا يجوز استهلاكها ، ولو حتى كعلفٍ للماشية ؛ نظرًا للارتفاع الكبير فى محتواها من مادة السولانين السامة .

**٢ – درجة نضج الدرنات :**

تزداد القابلية للاخضرار فى الدرنات غير الناضجة عما فى الدرنات الأكثر نضجًا؛ نظرًا لرقة طبقة البيريدرم فيها .

٣ – شدة الضوء ومصدره :

يزداد اخضرار الدرنات بزيادة الضوء الذى تتعرض له ، إلا أنه لا يوجد تناسب طردى بينهما . ويزداد الاخضرار عند تعرض الدرنات لضوء الشمس أو للضوء الصادر من اللمبات الفلورسنتية .

٤ – مدة التعرض للضوء :

توجد علاقة طردية مباشرة بين اخضرار الدرنات ومدة تعرضها للضوء . وتكفى – عادةً – ١٤ ساعةً من التعرض لضوء شدته ٦٥-٧٠ قدمًا – شمعة لكى يظهر اخضرار خفيف فى الدرنات ، بينما تلزم ٤٣ ساعةً حتى يصبح الاخضرار واضحا، وتختلف نتائج الدراسات بشأن الحد الأدنى لمدة التعرض للضوء اللازمة لبدء الاخضرار، إلا أنها تتفق على أن اللون يكون واضحا خلال أربعة أيامٍ على الأكثر .

٥ – درجة الحرارة أثناء التعرض للضوء :

تزداد سرعة اخضرار الدرنات بارتفاع درجة الحرارة أثناء تعرضها للضوء. وأنسب درجة حرارة يتكون عندها الكلوروفيل هى ٢٠ْم ، بينما يندر أن يتكون الكلوروفيل فى درجة حرارة تقل عن ٤,٤ْم .

٦ – المدة من الحصاد حتى التعرض للضوء :

تقل قابلية البطاطس المخزنة للاخضرار عن البطاطس الحديثة الحصاد ؛ لأن طبقة البيريدرم تكون أكبر سمكًا فيها (Smith ١٩٦٨) .

وبخلاف العوامل الأخرى المؤثرة على اخضرار الدرنات وتكوين السولانين فيها ، فإن التعرض للضوء لا يؤثر على محتوى الدرنات من السولانين إلا فى الطبقة الخارجية فقط التى يظهر فيها – كذلك – الاخضرار، بينما لا تتأثر الأجزاء الداخلية من الدرنة – التى تشكل معظم الدرنة – بالتعرض للضوء ؛ فلا يتغير لونها ، ولا يزيد محتواها من السولانين .

## وسائل منع اخضرار الدرنات

إن أنسب الوسائل لمنع اخضرار الدرنات هى بتعبئتها فى عبوات لا تسمح بنفاذ الضوء إليها ، وتلك هى الوسيلة الوحيدة المتبعة تجاريًا . وتوجد معاملات أخرى لمنع

الاخضرار لا تتبع تجاريًا؛ منها : تعريض الدرنات لأشعة جاما وبعض المعاملات الكيميائية، كما استخدم Wu & Salunkhe (١٩٧٢) معاملة غمس الدرنات فى زيت الذرة فى محاولة لمنع تكوّن الكلوروفيل والسولانين فى الدرنات . وأجريت معاملات الغمس لمدة نصف ثانية فى زيت حرارته ٢٢ْم ، أو ٦٠ْم ، أو ١٠٠ْم ، أو ١٦٠ْم ، وأعقبها التخلص من الزيت الزائد بالمناشف الورقية؛ بحيث لم تتبق سوى طبقة رقيقة من الزيت على الدرنات، ثم عرضت الدرنات بعد ذلك لضوء فلورسنت قوته ٢٠٠ قدم – شمعة لمدة ١٠ أيام فى حرارة ١٦ْم ، ورطوبة نسبية ٦٠٪ . وقد وجد أن معاملة الغمس فى حرارة ٢٢ْم أدت إلى منع تكون الكلوروفيل بنسبة ٩٣٪–١٠٠٪ ، والسولانين بنسبة ٩٣٪ ، بينما أدت معاملات الغمس فى درجات الحرارة الأخرى إلى منع تكوين الكلوروفيل والسولانين كلية.

كذلك وجد أن معاملة درنات البطاطس بشمع البارافين الساخن منع تكوين الكلوروفيل والجليكوألكالويدات ( السولانين ) فيها (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

## تكوّن الجليكوألكالويدات

### تعريف الجليكوألكالويدات

تعتبر الجليكوألكالويدات Glycoalkaloids مركبات سامةً للإنسان والحيوان؛ وهى توجد فى نباتات العائلة الباذنجانية. ويتكون ٩٥٪ على الأقل من الجليكوسيدات السولانيدنية Solanidine glycosides التى توجد فى أصناف البطاطس التجارية – والتى تعرف مجتمعةً فى البطاطس باسم السولانين – يتكون من ألفا سولانين α-Solanine ، وألفا شاكونين α-Chaconine؛ وهى مركبات مشتقة من الأجليكون Aglycone سولانيدين ( شكل ٩–١ ).

### أهمية الجليكوألكالويدات وسميتها

على الرغم من أن وجود الجليكوألكالويدات ( ألفا سولانين وألفا شاكونين ) بتركيز يزيد على ٢٠ ملليجرام/١٠٠جم من الدرنات الطازجة يكسب الدرنات طعمًا مرًا غير مرغوب فيه، إلا أن التركيز الطبيعى لهذه المادة – والذى لا يتعدى عادةً ٠,١ جزءًا فى المليون – يكسب الدرنات طعمًا مرغوبًا فيه .

ويُحدث استهلاك البطاطس التى يزيد محتواها من الجليكوألكالويدات على ٢٠مجم/جم تسممًا يظهر فى صورة آلام معدية، وأعراض غير طبيعية فى الجهازين الدورى والعصبى،

وعلى الجلد . وفى حالاتٍ قليلةٍ أدى استهلاك كمياتٍ كبيرةٍ من الدرنـــات ذات المحتـــوى المرتفع من الجليكوألكالويدات إلى الموت فى كلٍّ من الإنسان والماشية .

شكل ( ٩-١ ) : التركيب الكيميائى لجزيئى الألفا ســولانيــن α-Solanine، والألفا شـــاكونين α-Chaconine ( عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤ ) .

وقد حظى السولانين باهتمام الباحثين عقب حدوث عددٍ كبيرٍ من حالاتِ التســـمم فـــى ألمانيا عام ١٩٢٢ . وقد أرجعت هذه الحالات فى حينها إلى وجود نسبةٍ عاليةٍ غير عاديةٍ من السولانين فى درنات البطاطس. ويؤدى تعاطى الإنسان نحو ١٠٠ ملليجرام من هـــذه المادة إلى حدوث اضطراباتٍ هضميةٍ وعصبيةٍ شديدةٍ ، وصـــداعٍ . ومـــن المســتبعد أن يتعاطى الإنسان هذه الكمية الكبيرة من السولانين ؛ إذ إن نسبته لا تزيـــد فـــى الدرنـــات العادية على ٠,١-٠,٥ جزءاً فى المليون ، ويزال نحو ٧٠٪ من هذه الكمية عند تقشـــير الدرنات ، كما يزال نحو ٥٠٪ من الكمية المتبقية عند القلى ، ولكنه لا يتأثر بالطهى فـــى الماء المغلى ؛ لأنه يبقى ثابتًا فى حرارةٍ تصل إلى ٢٨٠°م . وعمومًا يجب عدم اســتهلاك الدرنات التى يزيد فيها تركيز السولانين على ١٥٠ جزءاً فى المليون .

## توزيع الجليكوألكالويدات فى أجزاء نبات البطاطس

توجد الجليكوألكالويدات ( الألفا سولانين والألفا شاكونين ) فى مختلف أجزاء نبات البطاطس ، ولكنها تتركز بصفةٍ خاصةٍ فى الأزهار والأنسجة الخضراء (Kingsbury ١٩٦٣) ، ويقل تركيزها كثيرًا فى الجذور . ويوضح جدول ( ٩-١ ) محتوى مختلف أجزاء نبات البطاطس من الجليكوألكالويدات .

جدول ( ٩-١ ) : محتوى مختلف أجزاء نبات البطاطس من الجليكوألكالويدات .

| الجزء النباتى | المحتوى ( مجم / كجم وزن طازج ) |
|---|---|
| الدرنات | ٢٠٠-٢٠ |
| قشرة الدرنة ( بعمق ٣ مم ) | ١٠٠٠-٢٠ |
| النموات المتكونة فى الضوء | ٤٠٠٠-٦٠٠ |
| النموات المتكونة فى الظلام | ٥٠٠٠-١٠٠٠ |
| الأوراق | ٣٠٠٠-٣٠٠ |
| السيقان | ١٠٠-٣٠ |
| الأزهار | ٥٠٠٠-٣٠٠٠ |
| الثمار | ١٥٠٠-٢٠٠ |

يتركز السولانين (ألفا سولانين وألفا شاكونين) فى الدرنات فى الجلد، وحول العيون بصفةٍ خاصةٍ. وتتراوح نسبته فى الدرنات العادية بين ٠,٠١٪ و ٠,١٪ من الوزن الجاف، لكن تعرض الدرنات للأشعة فوق البنفسيجية يرفع محتواها من السولانين عدة مرات ، وقد يصل التركيز إلى ١,٧٪ فى النبت الجديد . وقد يحتوى النبت وحده على أكثر من ضعف كمية السولانين التى توجد فى باقى أجزاء الدرنة (Burr ١٩٦٦) .

ويستدل من دراسات Kozukue وآخرين (١٩٨٧) على أن أعلى تركيز لكلٍّ من الألفا سولانين، والألفا شاكونين ( فى صنفى البطاطس ماى كوين May Queen ، وأيرش كوبلر Irish Cobbler ) كان فى سبلات وبتلات الأزهار. وفى الدرنات .. كان أعلى تركيز للمركبين فى المليمتر السطحى من الدرنة ، ثم تناقص تركيزهما تدريجيًّا بالاتجاه نحو مركز الدرنة ؛ وذلك يعنى أن إزالة الثلاثة إلى الأربعة مليمترات السطحية من الدرنة عند تقشيرها – لأجل طهيها – يؤدى إلى التخلص من معظم الجليكوألكالويدات التى توجد بالدرنة.

ويزداد تركيز الجليكوألكالويدات كثيرًا فى الدرنات الهوائية عما فى الدرنات الأرضية ، وقد تراوح التركيز فى الصنف كرزبنك Kerrs Pink بيـــن ٠,١٠٪ و ٠,٢٥٪ ، ولكنــه تباين كثيرًا بين الأصناف (Percival & Dixon ١٩٩٦أ) .

## العوامل المؤثرة فى محتوى الدرنات من الجليكوألكالويدات

يتأثر محتوى الدرنات من الجليكوألكالويدات ( الألفا سولانين والألفا شـــاكونين، أو – اختصارًا – السولانين ) بالعوامل التالية :

### ١ – الصنف :

تختلف الأصناف كثيرًا فى محتوى درناتها من السولانين ؛ ففى دراسة أجريت علـــى ٣٢ صنفًا من البطاطس ، وجد أن نسبة السولانين تراوحت بيـــن ٢ ملليجراميـــن ، و ١٣ ملليجرامًا فى ١٠٠ جم من الدرنات الطازجة . ويصل تركيزها فى بعض الأصنـــاف إلـــى ٣٥ ملليجرام/١٠٠جم ، كما فى الصنف ليناب Lenape ؛ وهو صنف توقفت زراعته لهذا السبب ؛ حيث لا يحتاج إلى التعرض لظروفٍ بيئيةٍ خاصةٍ لكى يرتفع محتوى درناته مـــن السولانين إلى هذا المستوى . هذا .. ويفضل استهلاك درنات الأصنـــاف التـــى لا يزيـــد تركيزها الطبيعى من السولانين على ٧ ملليجرامات لكل ١٠٠ جم من الدرنات الطازجة .

وقد وجد Dale وآخرون (١٩٩٣) أن أصناف البطاطس تختلف فـــى نســـبة محتـــوى درناتها من الألفا سولانين إلى الألفا شاكونين .

ولكن أيًّا كان الصنف ، فإن محتوى الدرنات من الجليكوألكالويدات يرتفع كلمـــا زادت مدة تعرض الدرنات للضوء. وعندما كان متوسط شدة الإضاءة اليومى ٢٣٢ ميكرومـــول umol/م$^{-2}$/ثانية .. فإن تركيز الجليكوألكالويدات ارتفع عن الحد الأقصى المسموح به خـــلال ثمانية أيام من التعرض للإضاءة فى الصنفين كرز بنك Kerrs Pink، وديزرية Disiree ، وخلال ١٣ يومًا فى الصنف بنتلاند هوك Pentland Hawk (Percival وآخرون ١٩٩٦ب).

ويرجع التفاوت بين أصناف البطاطس فى محتوى درناتها من السولانين إلى اختلافها فى آبائها البرية التى حصلت منها على بعض صفاتها بالتربية . وتحتوى بعض الأنـــواع البرية من الجنس *Solanum* على تركيزاتٍ عاليةٍ من السولانين؛ مثل *S. chacoense* الذى يبلغ محتوى درناته ٢٣٠ مجم٪ ، و *S. commersonii* الذى يصل تركيز الســـولانين فـــى درناته إلى ٥٠٠ مجم ٪ . هذا .. وقد استعمل النوع الأول (*S. chacoense*) فـــى إنتـــاج

الصنف ليناب Lenape الذى توقفت زراعته ؛ بسبب ارتفاع محتوى درناته كثيرًا عن الحد الأقصى المسموح به وهو ٢٠ مجم ٪ .

ولكى لا يزيد محتوى الدرنات على ٢٠ مجم٪ – وهو الحد الأقصى المأمون للاستهلاك الادمى – فإن التركيز الطبيعى للسولانين فى درنات أى صنف يجب ألا يزيد على ٧ مجم ٪؛ فهذا التركيز يعطى البطاطس طعمًا مقبولاً ، ولا يضر الإنسان ، ويبقى – غالبـــا – دون الحد الأقصى المسوح به – وهو ٢٠ مجم٪ – بعد التعرض للظروف التى تحفـــز زيـــادة محتوى الدرنات من المركب . وبالمقارنة ، فإن التركيز العادى للســـولانين فـــى درنـــات الصنف ليناب – الذى أوقفت زراعته – يبلغ ٣٥ مجم ٪ .

ويعتبر محتوى الدرنات المنخفض من السولانين صفةً متنحيةً بسيطةً فى وراثتـــها ، وذات درجة توريث عالية؛ ولذا .. يهتم مربو البطاطس بتقدير ومراقبة محتوى الدرنـــات فى الأجيال الانعزالية خلال مراحل التربية، وخاصة فى برامج التربية التى تُستعمل فيها – كمصادر للصفات المرغوبة – أنواع برية يرتفع محتواها من السولانين. كذلك تجب مراقبة إمكانية انتقال مركبات جليكوألكالويدات أخرى – غير السولانين والشاكونين – من الأنواع البرية إلى البطاطس من خلال التربيـــة (عـــن Sinden ١٩٨٧ ، و Valkonen وآخريـــن ١٩٩٦ ) .

٢ – التسميد الآزوتى :

أدت زيادة معدلات التسميد الآزوتى من صفر إلى ٣٣٦ كجم نيتروجين/هكتـــار إلـــى زيادة محتوى الدرنات من الجليكوألكالويدات الكلية عند الحصاد وبعد التخزين لمدة ٣ أو ٩ شهور (Love واخرون ١٩٩٤) .

٣ – التجريح :

أدى تجريح الدرنات إلى زيادة تمثيل كلٍ من الألفـــا ســـولانين ، والألفـــا شـــاكونين (Percival & Dixon ١٩٩٦).

٤ – الأضرار الحشرية :

ازداد محتوى درنات البطاطس من كلٍ من الألفا سولانين والألفا شاكونين عندما حدثت أضرار كبيرة للنموات الخضرية للنبات من جراء تغذية حشرة *Leptinotarsa decemlineata*

عليها ، بينما لم يكن لتغذية حشرة *Empoasca fabae* تأثير فى هذا الشأن (Hlywka وآخرون ١٩٩٤) .

**٥ – الفترة الضوئية أثناء إنتاج المحصول :**

تؤدى زيادة الفترة الضوئية إلى إحداث زيادة كبيرة فى محتوى الدرنات من السولانين. وتجدر الإشارة إلى أن الفترة الضوئية الطويلة تؤدى إلى زيادة النمو الخضرى للنبات ، وتأخير وضع الدرنات؛ مما يؤدى إلى صغر حجم الدرنات المنتجة ، وزيادة نسبة الدرنات غير المكتملة النمو عند الحصاد ؛ وهما عاملان لهما تأثيرهما الكبير فى زيادة محتوى الدرنات من السولانين .

**٦ – درجة نضج الدرنات :**

يبلغ محتوى الدرنات غير الناضجة من السولانين أربعة أمثال محتوى الدرنات الناضجة من نفس الصنف وتحت نفس الظروف .

**٧ – حجم الدرنات :**

يبلغ محتوى الدرنات الصغيرة من السولانين حوالى ضعف محتوى الدرنات الكبيرة من نفس الصنف وتحت نفس الظروف .

**٨ – المدة من الحصاد وحتى التعرض للضوء :**

يتكون السولانين بسرعةٍ أكبر فى الدرنات الحديثة الحصاد عما فى الدرنات المخزنة ، لدى تعرض أيٍّ منهما للضوء .

**٩ – مدة التخزين :**

يزداد تراكم السولانين فى الدرنات أثناء التخزين .

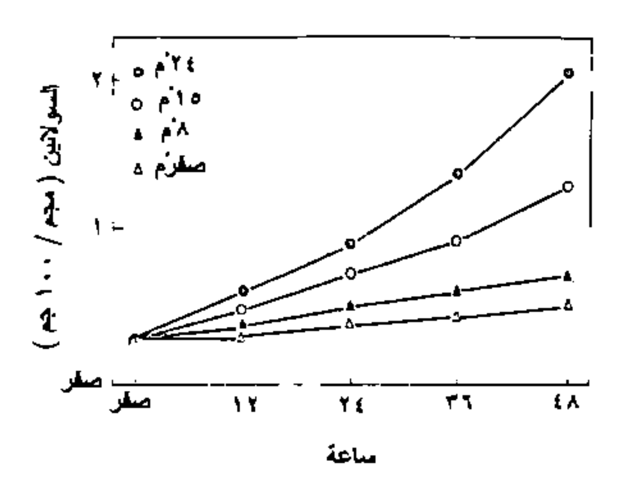
هذا .. وتتداخل العوامل الخمسة الأخيرة (من ٥ إلى ٩) فى التأثير على محتوى الدرنات من السولانين؛ فالدرنات الصغيرة – وهى التى يزيد محتواها من السولانين عن الدرنات الكبيرة – يزيد فيها كذلك السطح الخارجى المعرض للضوء بالنسبة لكل وحدة وزنٍ من الدرنة عما فى الدرنات الكبيرة ، كما تكون بعض الدرنات الصغيرة الحجم غير مكتملة التكوين ؛ الأمر الذى يصعب معه الفصل بين عاملى صغر حجم الدرنات وعدم اكتمال تكوينها فى التأثير على محتواها من السولانين .

وقد وجد Love وآخرون (١٩٩٤) أن متوسط المحتوى الكلى من الجليكوألكالويدات فى درنات ثلاثة أصناف من البطاطس كان ٢,٩مجم/١٠٠جم وزن طازج قبل شهر من الحصاد ، و ١,٣ عند الحصاد ، و ٥,٢ بعد ثلاثة شهور من التخزين ، و ٥,٥ بعد تسعة شهور من التخزين. وتبين من ذلك أهمية التخزين فى زيادة محتوى الدرنات من السولانين ، وقد كانت الزيادة مع التخزين فى حرارة ١٠ْم أعلى منها فى حرارة ٤,٤ْم .

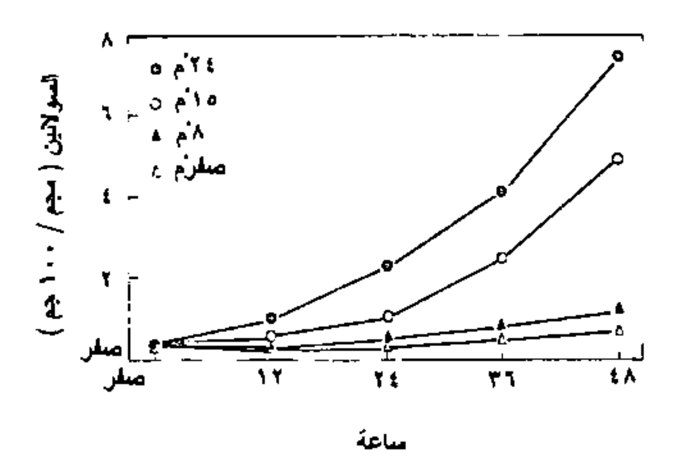
ويؤدى تعريض الدرنات للضوء بعد الحصاد مباشرة إلى زيادة محتواها من السولانين بنحو ١٠ أضعاف ، بينما تكون الزيادة بنحو ٢-٣ أضعاف فقط فى الدرنات التى تخزين فى الضوء لفترة قصيرة. هذا .. إلا أن التخزين لفترات طويلةٍ - حتى لو كان فى الظلام - يؤدى أحيانًا إلى زيادة محتوى الدرنات من السولانين، وخاصةً إذا صاحب ذلك إنبات فى براعم الدرنات . ولكن متى أزيلت النموات، فإنه لا توجد خطورة من استهلاك الدرنات التى خزنت لفترات طويلةٍ .

**١٠ - درجة الحرارة وشدة الإضاءة أثناء التخزين :**

يزداد معدل تكوين السولانين فى درنات البطاطس - فى الظلام - مع كل ارتفاعٍ فى درجة الحرارة بين الصفر المئوى، و ٢٤ْم (شكل ٩-٢) ، ولكن هذه الزيادة ترتفع بمقدار حوالى أربعة أضعافٍ عندما يكون التعرض لمختلف درجات الحرارة فى الضوء ( شكل٩- ٣) (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤) .




شكل ( ٩-٢ ) : تأثير درجة الحرارة على معدل تكوين السولانين فى درنات البطاطس فى الظلام .




شكل ( ٩-٣ ) : تأثير درجة الحرارة على معدل تكوين السولانين فى درنات البطاطس فى إضاءة شدتها ٢٠٠ قدم - شمعة .

هذا .. ولا تتحلل الجليكوألكالويدات - التى تتكون فى الدرنات أثناء تخزينها فى الضوء - بمضى الوقت عند تخزينها فى الظلام ( Percival وآخرون ١٩٩٤ ) .

ويتبين من دراسات Shabana وآخرين (١٩٨٧) أن أعلى تركيز للسولانين كان فى قشرة درنات البطاطس (من صنفى ألفا وكنج إدوارد) المخزنة فى الضوء مقارنةً بالمخزنة فى الظلام، والمخزنة فى درجة حرارة الغرفة مقارنةً بتلك المخزنة فى حرارة ٥ْم .

وقد أدت معاملة الدرنات بالشمع (فى حرارة تراوحت بين ٦٠ْم و ١٦٠ْم) ، أو الزيت (فى حرارة تراوحت بين ٢٥ْم و ١٠٠ْم)، أو الماء (فى حرارة تراوحت بين ٢٥ْم و ١٠٠ْم) إلى تثبيط تكوين السولانين مقارنةً بالكنترول ، وازداد تأثير هذه المعاملات بزيادة درجة حرارة المعاملة .

وتجدر الإشارة إلى أن تعريض درنات البطاطس للضوء يُحدث - كذلك - زيادةً جوهريةً فى محتواها من حامض الكلوروجنيك Chlorogenic Acid ، ترتبط بكلٍ من المحتوى الأصلى للدرنات من الحامض ، وبمعدل تكوين الجليكوألكالويدات لدى تعريض الدرنات للضوء ( Griffiths وآخرون ١٩٩٥ ) .

ولمزيد من التفاصيل عن الجليكوألكالويدات التى تتكون فى درنات البطاطس يراجع Valkonen وآخرين (١٩٩٦) .

# القلب الأجوف

## أعراض الإصابة

تبدأ أعراض القلب الأجوف hollow heart بموت جزء صغير من خلايا نخاع الدرنة بعد أن تختفى محتوياتها ، ثم تصبح هذه الأماكن فارغة وتأخذ شكل شقوق داخلية عدسية الشكل ، أو نجمية ذات زوايا عند الأركان ، ويزداد اتساعها تدريجيًا مع نمو الدرنة . ولاتظهر أية أعرض داخلية أخرى، باستثناء احتمال ظهور لون رصاصى باهت فى الأنسجة المحيطة بالفجوة . أما من الخارج ، فإن الدرنات تبدو طبيعية تماما. ونادرًا ما تتعفن المنطقة المصابة بالقلب الأجوف (شكلا ٩-٤ ، و ٩-٥ ، يوجدان فى آخر الكتاب).

يكون التجويف – عادة – مركزيًا إذا بدأ تكوينه فى المراحل المبكرة لنمو الدرنة، بينما يكون التجويف قريبا من أحد طرفى الدرنة القمى أو القاعدى إذا بدأ تكوينه فى مرحلة متأخرة من نمو الدرنة .

وتحدث حالة القلب الأجوف ؛ نتيجةً لزيادة معدل الانقسام والنمو فى خلايا الأنسجة المحيطة بالنخاع outer perimedullary region عما فى خلايا النخاع pith region ؛ الأمر الذى يؤدى إلى حدوث تمزق وانفصال بين الخلايا فى منطقة النخاع؛ مما يؤدى إلى تكوين التجويف الداخلى .

ويكون انفصال الخلايا وتحللها فى موقع الإصابة بالقلب الأجوف فيزيائيًا ، وليس إنزيميًا ( Mogen & Nelsen ١٩٨٦ ) .

تحاط الفجوة الداخلية – عادة – بنسيج فلينى ، وتختلف الفجوات فى أحجامها ، وقد توجد أكثر من فجوة . ونادرًا ما تظهر هذه الأعراض فى الدرنات الصغيرة ، كما لا تظهر أية أعراض على النباتات .

وتزداد فرصة إصابة الدرنات بالقلب الأجوف مع زيادتها فى الحجم ؛ ففى إحدى الدراسات وُجد أن نسبة الإصابة تراوحت بين الصفر ٪ – بالوزن – للدرنات التى يقل قطرها عن ٣,٨سم ، و ٧٨٪ للدرنات التى يزيد قطرها على ٨,٩ سم. وفى دراسة أخرى تراوحت نسبة الإصابة بين الصفر ٪ فى الدرنات التى يقل وزنها عن ٢٠٠ جم و ١٠٠٪ فى الدرنات التى يبلغ وزنها ٦٠٠ جم أو أكثر من ذلك .

كذلك تزداد نسبة الإصابة بالقلب الأجوف مع نقص الكثافة النوعية للدرنات ؛ حيث تراوحت النسبة بين ٥,٣٪ – بالوزن – فى الدرنات التى تزيد كثافتها النوعية على ١,١٠ إلى ٨٦,١٪ فى الدرنات التى تبلغ كثافتها النوعية ١,٠٦ أو أقل من ذلك. وفى دراسة أخرى وجد أن نسبة الإصابة بالقلب الأجوف بلغت ٤,٢٪ فى الدرنات التى تراوحت كثافتها النوعية بين ١,٠٧١ ، و ١,٠٨٠ ، و ٩,٢٪ عندما كانت الكثافة النوعية ١,٠٨١ أو أعلى من ذلك ، و ٦٦,٦٪ عندما كانت الكثافة النوعية ١,٠٥٠ أو أقل من ذلك .

وعندما تظهر أعراض القلب الأجوف على الدرنات الصغيرة الحجم ، فإن الفجوات تتكون بسبب تحول النشا إلى سكر فى ظروف الجفاف ، ثم تدفق الماء إلى داخل الدرنة بعد توفر الرطوبة الأرضية .

ويعرف نوع آخر من الأعراض شبيهة بالقلب الأجوف . وهذه الأعراض ترجع إلى الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة ، وتكون فيها الفجوات صغيرةً، قاتمة اللون، قريبةً من سطح الدرنة . وقد أطلق اسم عين القط Cat's eye على الأعراض المصاحبة لهذا العيب الفسيولوجى ، ولكنه يختلف كليةً عن حالة القلب الأجوف .

## مسببات الظاهرة

بصورةٍ عامةٍ .. فإن الإصابة بالقلب الأجوف تكثر فى الدرنات الكبيرة الحجم . وتزداد حدة الإصابة فى الحالات التى يكون فيها النمو الخضرى سريعًا ؛ بسبب ارتفاع درجة الحرارة ، أو زيادة الرطوبة الأرضية عند بداية تكوين الدرنات ، كما تزداد الحالة سوءًا بزيادة التسميد الآزوتى ، وخاصة عندما تأتى هذه الظروف بعد فترة من الظروف القاسية التى يتوقف خلالها النمو .

ويعنى ذلك ازدياد الإصابة بالقلب الأجوف فى جميع الظروف التى تحفز النمو السريع للدرنات وتكوين درنات كبيرة الحجم .

فتزداد حدة الإصابة عند زيادة التسميد العضوى قبل الزراعة ، وعند استعمال تقاوٍ صغيرة الحجم فى الزراعة ، وعند زيادة مسافة الزراعة ، أو زيادة نسبة الجور الغائبة ، وجميعها عوامل تؤدى إلى زيادة حجم الدرنات المنتجة .

وترتبط شدة الإصابة بالقلب الأجوف – بدرجةٍ عاليةٍ – بمعدل النتح من الأوراق؛ الأمر

الذى يعكس التأثير الايجابى لتوفر الرطوبة الأرضيـــة بكــثرة علـــى الإصابــة بـــالعيب الفسيولوجى ( Ehlenfeldt ١٩٩٢ ) .

وعندما يحافظ على الرطوبة الأرضية بين ٨٠٪ و ٩٠٪ من السعة الحقلية، فإن إضافة النيتروجين بمعدلات عالية – خلال الفترة التى تعقب وضع الدرنات مباشرة – تؤدى إلـــى زيادة نسبة الإصابة بالقلب الأجوف عما لو أضيف النيتروجين قبل الزراعة، أو بمعـــدلات منخفضة على مدى فترة زمنية أطول (McCann & Stark ١٩٨٩) .

## وسائل التغلب على الظاهرة

لا يمكن فرز المحصول للتخلص من الدرنات الكبيرة الحجم التى يحتمل إصابتها بالقلب الأجوف؛ لأن ذلك يستدعى استبعاد كل الدرنات التى يزيد قطرها على ٥,١سم، وكذلك تلك التى تكون كثافتها النوعية ١,٠٩ أو أقل من ذلك ؛ مما يعنى استبعاد حوالـــى ٥٠٪ مـــن المحصول إذا أريد ألا تزيد احتمالات الإصابة بالقلب الأجوف عن ٥٪ ؛ وذلك أمـــر غـــير مقبول من الناحية الاقتصادية ، ولا يوصى به ، ويتعين بدلاً من ذلك العمل على خفـــض احتمالات الإصابة بالقلب الأجوف فى المحصول ذاته ، دون اللجوء إلى فرزه ؛ للتخلـــص من الدرنات المصابة أو التى تزيد فيها احتمالات الإصابة ؛ وهى التى يزيد وزنـــها عـــن ٤٠٠ جم .

هذا .. إلا أنه يمكن باستخدام أجهزة أشعة إكس الكشف عن حالات الإصابـــة بـــالقلب الأجوف ؛ حيث يمكن فحص حوالى ٣,٤ طنًا من الدرنات فى الساعة. وتـــتراوح نســبة النجاح فى الكشف عن حالات الإصابة بين ٧٥٪ و ٨٥٪ فى مختلف الأصناف . وعندمـــا تقع العيون المتقابلة – على جانبى الدرنة – فى مسار الأشعة، يكون من الصعب تعـرُّف حالات القلب الأجوف .

وتستعمل لأجل ذلك أجهزة تشبه الأجهزة المستعملة فى فحص الحقائب لدواعى الأمن فى المطارات . ويتعين على القائم بتشغيل الجهاز التعرف على الدرنات التى يستدل مـــن صورتها على الجهاز على إصابتها بالقلب الأجوف .

تمر الدرنات – وهى فى طبقةٍ واحدةٍ – على سيور بعرض ٦١سم تتحـــرك بســـرعة ١٢,٢–١٣,٧ مترا فى الدقيقة. ويمكن زيادة كفاءة العمل بالتركيز على الدرنات الكبـــيرة

وتلك التى تنخفض كثافتها النوعية ؛ وهى التى تزداد احتمالات إصابتها بالقلب الأجوف (عن Rex & Mazza ١٩٨٩) .

ويمكن خفض معدلات الإصابة بالقلب الأجوف فى المحصول ذاته بمراعاة ما يلى :

١ – زراعة الأصناف الأقل قابلية للإصابة ؛ وهى ذات الدرنات الصغيرة بطبيعتها .

٢ – استعمال تقاوٍ كبيرة الحجم فى الزراعة .

٣ – الزراعة على مسافات ضيقةٍ ، وتجنب وجود جورٍ غائبة .

٤ – عدم الإفراط فى الرى .

٥ – عدم الإفراط فى التسميد الآزوتى ، وعدم إضافة الأسمدة الآزوتية دفعةً واحدةً وقت وضع الدرنات ، أو بعد ذلك بقليلٍ .

٦ – الاهتمام بالتسميد بكلٍّ من الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والكالسيوم .

## التشققات

توجد عدة أنواعٍ من التشققات العميقة والسطحية ترجع إلى أسباب مختلفة؛ هى : الضغط الداخلى من الدرنة ، والإصابات الفيروسية ، والضغوط الميكانيكية الخارجية، وسوء تداول الدرنات أثناء عملية الحصاد .

تؤدى الضغوط الداخلية إلى ظهور تشققات النمو Growth Cracks ؛ وهى تشققات عميقة عادةً، وتكون باتجاه طول الدرنة، وتظهر نتيجةً لعدم قدرة الأنسجة الخارجية للدرنة على النمو بالقدر الذى يكفى لاستيعاب النمو الداخلى. يحدث ذلك عند كثرة التسميد ، أو عند توفر الرطوبة الأرضية بعد فترة من الجفاف . وتلتئم تشققات النمو التى تتكون قبل الحصاد بفترةٍ كافية ، وتصبح مجرد شقوقٍ سطحية ليست لها أهمية ، ونادرًا ما تصاب بالكائنات التى تسبب العفن . وتختلف أصناف البطاطس فى قابليتها للإصابة بهذا النوع من التشققات ( شكل ٩–٦ يوجد فى آخر الكتاب ) .

وقد تحدث تشققات النمو هذه فى النباتات المصابة بفيروساتٍ معينةٍ ؛ وهى : فيرس التقزم الأصفر ، وفيرس الموب توب mop-top virus ، وكذلك بعض سلالات فيرويد الدرنة المغزلية .

أما الأضرار الميكانيكية التى تحدث أثناء الحصاد وتداول الدرنات ، فإنها تكون على شكل شقوق قد يصل عمقها إلى مسافة ٥ مم، وتكثر فى الدرنات غير الناضجة، والدرنات الكبيرة الحجم، وعند الحصاد فى الجو البارد ، وعندما تكون الدرنات بحالة نضرة تماما ؛ حيث تكون شديدة الحساسية لأى ضغوط ( turgid ) . وتزداد هذه الحالة عندما تكون الرطوبة الأرضية عالية بعد موت النموات الخضرية لأى سبب كان ، بينما تكون الجذور مازالت نشطة فى امتصاص الماء .

وتظهر الخدوش Bruises، والشقوق السطحية Shallow Cracks ( شكل ٩-٧ ، يوجد فى آخر الكتاب ) عند معاملة الدرنات بخشونة - خاصةً وهى باردة - سواء أكان ذلك أثناء الحصاد، أم التداول، أم التدريج، أم الشحن. يؤدى سوء المعاملة إلى قطع طبقة جلد الدرنة . وتكتسب الأنسجة المتأثرة لونًا ورديًا فى البداية، ثم تتحول إلى اللون الرمادى أو البنى. وتشكل هذه الخدوش والشقوق السطحية منفذًا للبكتيريا والفطريات، وخاصة فطر الفيوزايم، والتى تؤدى إلى تعفن الدرنات (Rich ١٩٨٣) .

وتعرف كذلك تشققات الحصاد harvest cracks، أو الجيوب الهوائية air cracks، وهى تكون على شكل هلالى شبيه بالشقوق التى يحدثها ظفر الإبهام عند اختراقه للدرنة. وتكون هذه الشقوق - عادة - سطحيةً ، ولا يتعدى عمقها ١-٢ مم . وهى تنشأ نتيجةً لتداول الدرنات بخشونةٍ مع سرعة جفاف جلد الدرنة بعد الحصاد. وتقل شدة الإصابة - عادةً - عند إجراء الحصاد آليًا ؛ بالمقارنة بالحصاد اليدوى الذى تترك فيه الدرنات على سطح التربة لحين جمعها .

**ويمكن خفض شدة الإصابة بالتشققات بمراعاة ما يلى :**

١ - إجراء العمليات الزراعية بطريقة تضمن انتظام النمو .

٢ - تأخير الحصاد لحين موت النموات الخضرية ونضج البيريدرم ، مع تجنب الحصاد عندما تكون التربة باردةً .

٣ - تجنب تعريض الدرنات للضغوط ، أو السقوط الفجائى ؛ خاصةً وهى باردة .

٤ - حماية الدرنات من الجفاف السريع بعد الحصاد، وأثناء النقل إلى المخازن (Rastovski & van Es ١٩٨١) .

## النمو الثانوى

تظهر النموات الثانوية كبروزاتٍ من الدرنة الأصلية (شكل ٩-٨) ؛ مما يشوه شكلها . وقد يأخذ النمو الثانوى Secendory growth أحد الأشكال التالية :

١ - درنات مشوهة deformed tubers ذات عيونٍ جاحظةٍ Protruding eyes .

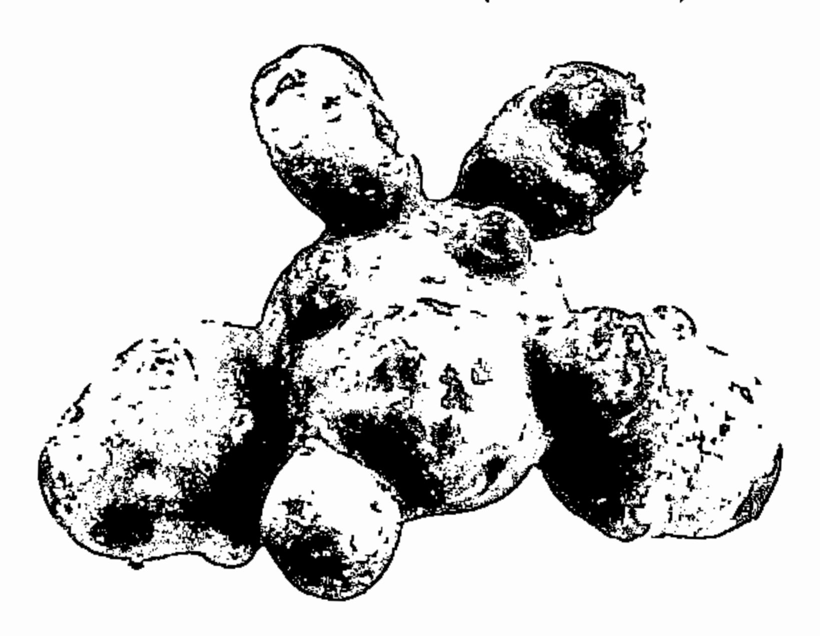
٢ - عيون جانبية Lateral buds ، أو الدرنات المتدرنة Knobby tubers .

٣ - البراعم الطرفية Apical buds ؛ وهى على نوعين : براعم طرفية كبيرة وأثرية dumbbells ، وبراعم طرفية مدببة elongated tubers .

وفى جميع الحالات السابقة تتصل النموات الثانوية بالدرنة الأصلية ، دون أن يوجد فاصل بينهما .

٤ - درنات ثانوية تنشأ بعد استطالة قمة الساق الأرضية عقب تَكَوُّن الدرنة الأولى (gemmation) وقد توجد سلسلة من هذه الدرنات الثانوية chain of tubers تفصلها عن بعضها سيقان أرضية قصيرة .

٥ - براعم نابتة من الدرنات قبل الحصاد قد تنمو أعلى سطح التربة ؛ لتكون سوقًا خضريةً (sprouted tubers) .



شكل ( ٩-٨ ) : النموات الثانوية فى درنة البطاطس .

هذا .. ويتوقف نمو الدرنة الأصلية بمجرد بدء ظهور النمو الثانوى؛ حيث يسود النمو الثانوى بعد ذلك. وقد أدت إزالة النمو الثانوى فى بعض الحالات إلـى استعادة الدرنة الأصلية لنموها .

**ومن أهم العوامل التى تؤثر على ظهور النموات الثانوية ما يلى :**

**١ – الصنف :**

تختلف أصناف البطاطس فى معدلات ظهور النموات الثانوية فيها ؛ فهى تكثُر مثلا فى أصناف رست بيربانك Russet Brubank ، وجرين ماونتن Green Mountain ، بينما تقل فى الأصناف : بونتياك Pontiac ، وكينبك Kennebec ، وسيباجو Sebago .

**٢ – ارتفاع درجة الحرارة ولو لفترة قصيرة :**

تمكن Lught وآخرون (١٩٦٤) من دفع درنات البطاطس إلى تكوين نموات ثانويـة بتعريض النبات كله ، أو أجزائه الهوائية فقط ، أو أجزائه الأرضية فقط لدرجـة حـرارة مرتفعة مقدارها ٣٢°م لمدة سبعة أيام ، كما تمكن Bodlaender (١٩٦٤) من دفع درنات البطاطس إلى تكوين نموات ثانوية بتعريض النباتات لدرجة حرارة مرتفعة مقدارها ٣٢°م لمدة أسبوعين . ويعتقد أن درجة الحرارة المرتفعة تؤدى إلى كسر سكون الدرنات .

**٣ – نقص الرطوبة الأرضية :**

من المعتقد أن نقص الرطوبة الأرضية يؤدى إلى رفع درجة حرارة التربة ؛ مما يؤدى إلى كسر سكون الدرنات ؛ أى إن تأثير هذا العامل يكون بصورة غير مبـاشرة، كمـا أن جفاف التربة مع ارتفاع درجة الحرارة يزيد كثيرًا من حالة النمو الثانوى .

**٤ – عدم انتظام الرطوبة الأرضية :**

يؤدى نقص الرطوبة الأرضية لفترة إلى وقف نموات الدرنات، فإذا توافرت الرطوبـة فجأة بعد ذلك ، فإن الدرنات تستعيد نموها. وقد يتم ذلك بصورة غير متجانسة ؛ فيحـدث نمو أكبر فى مواقع بعض العيون؛ فتتكون بذلك النموات الثانوية. وتجدر الإشارة إلـى أن ذلك هو ما يحدث فى العروات الصيفية المتأخرة؛ حيث تعمل الحرارة المرتفعة فى نهايـة موسم النمو على كسر سكون الدرنات ، وفى نفس الوقت تحتاج الحقـول إلـى الـرى ؛ لتجنب الجفاف ، ولخفض درجة حرارة التربة .. وتلك كلها عوامل تحفز ظهور النمـوات الثانوية .

**٥ – التعرض لأى ظروفٍ ينشط فيها النمو بعد فترةٍ من التوقف :**

يؤدى تعرض نباتات البطاطس لأى ظروف تحفز النمو بعد فترةٍ من التوقف إلى تشجيع تكوين النموات الثانوية . وقد سبقت الإشارة إلى عدم الانتظام فى الرى كأحد هذه العوامل ، ومنها أيضًا عدم الانتظام فى التسميد ، وتقلبات الظروف الجوية . وفى جميع الحالات يؤدى الرى بعد بدء تكون النموات الثانوية إلى زيادة حدتها .

## العفن القاعدى الجيلاتينى

تظهر حالة العفن القاعدى الجيلاتينى Jelly End Rot أو القاعدة الجيلاتينية فى الدرنات غير العادية الشكل ، خاصة تلك التى تظهر بها نموات ثانوية. وتكون قاعدة الدرنة شبه شفافةٍ translucent ، أو زجاجية المظهر glassy ، وتسمى القاعدة السكرية sugar end ، وتظهر عند الحصاد ، أو أثناء التخزين ، وتكثر السكريات المختزلة فى هذه الأجزاء ؛ مما يؤدى إلى تلون الشبس بلونٍ داكن . وتتطور هذه الأعراض أثناء التخزين ؛ لتصبح قاعدة الدرنة جيلاتينية المظهر . ولاتلبث هذه القاعدة الجيلاتينية أن تجف إلى طبقةٍ جلديةٍ ، مع وجود حدٍ فاصلٍ بين النسيج المصاب والنسيج السليم .

ويرجع المظهر الزجاجى شبه الشفاف إلى غياب النشا من الأجزاء المصابة؛ بتحوله إلى سكرياتٍ مختزلةٍ . وتتشابه هذه الأعراض مع مظهر الدرنة الأم ( قطعة التقاوى ) عندما تكون النباتات فى مرحلةٍ متقدمةٍ من النمو .

يزداد ظهور حالة القاعدة الجيلاتينية فى أصناف البطاطس ذات الدرنات الطويلة، وخاصة عندما تكثر بها النموات الثانوية من نوع القمة المدببة pointed ends أو نوع البراعم الطرفية الكبيرة الدائرية dumbbells . ولا تظهر الأعراض الأخيرة إلاّ فى قمة الدرنة rose end . ولاترجع هذه الأعراض إلى أية إصاباتٍ مرضيةٍ ، لكن الأجزاء المصابة يمكن أن تحدث فيها إصابات ثانوية .

وتظهر أعراض الدرنات الزجاجية glassy tubers فى الدرنة الأولى فى حالة سلاسل الدرنات التى تتكون بالتتابع على نفس الساق الأرضية – وهى الحالة التى تعرف باسم gemmation – لأن النشا ينتقل من الدرنات الأولى فى التكوين إلى الدرنات الأحدث ، خاصة بعد موت الأجزاء الهوائية للنبات .

وتكثر حالة القاعدة الجيلاتينية فى نفس الظروف التى تظهر فيها حالات النمو الثانوى، كما أنها تظهر كذلك عند حصاد الدرنات وهى غير تامة النضج ، ثم تخزينها مباشرة فى حرارة ٥,٥ م . ويمكن الإقلال من ظهور هذا العيب الفسيولوجى بتجنب تعريض النباتات للظروف التى تشجع على تكوين نمواتٍ ثانويةٍ، وبتخزين الدرنات التى لم يكتمل نضجها فى حرارة ٩ م (Rastovski & Van Es ١٩٨١) .

## التربيش ( أو التسلخ ) ، وسمطة الشمس

تظهر حالة التربيش feathering ( أو التسلخ skinning ) وسمطة الشمس sun scald عند تعرض الدرنات الحديثة الحصاد – وهى مازالت غير ناضجةٍ لأشعة الشمس القوية، مع درجات حرارةٍ مرتفعة . وتزداد الحالة سوءاً عند تداول الدرنات بخشونةٍ أثناء الحصاد وتجريحها بكثرةٍ مع تعرض الدرنات للرياح .

يؤدى سوء التداول والتجريح إلى تسليخ جلد الدرنة قبل أن تتكون عليه طبقة البيريدرم ، وتبقى أجزاء الجلد المنسلخة عالقةً بالدرنة ، وتلك هى الظاهرة التى تعرف باسم التسلخ أو التربيش. وهذه الجروح يمكن أن تلتئم فى الظروف المثالية عند الإسراع بإجراء عملية المعالجة curing، لكن تعرض الدرنات المنسلخة هذه لأشعة الشمس القوية ودرجات الحرارة المرتفعة يؤدى إلى فقد رطوبتها بسرعة من المناطق المنسلخة التى تصبح غائرة قليلاً ، ويتحول لونها إلى اللون البنى الداكن أو الأسود ؛ وهو ما يعرف باسم السمطة scald ، وقد تصبح لزجةً عند تكوُّن نمواتٍ بكتيريةٍ بها . ولاتصلح هذه الدرنات للتخزين ، وتتعفن بسرعة .

ويمكن تقليل تعرض الدرنات للإصابة بهذه الحالة بتداولها بحرصٍ أثناء الحصاد ، مع تجنب تعريضها لأشعة الشمس القوية ، أو لدرجات الحرارة المرتفعة أثناء أو بعد الحصاد مباشرة .

## القلب الأسود

### أعراض الإصابة

تظهر حالة القلب الأسود Black Heart على شكل تغيرٍ فى لون الأنسجة الداخلية للدرنة ، وانهيار هذه الأنسجة نتيجةً لنقص الأكسجين اللازم لتنفسها ، مع تلف الأغشية

الخلوية بهذه الأنسجة. ويتغير لون الأنسجة المصابة فى البداية إلى اللون الوردى ، ثم يتحول إلى اللون الرصاصى ، فالبنى ، فالأسود. وقد تمتد تفرعات داخلية من التلون حتى العيون . ويوجد – عادةً – حد فاصل بين الأنسجة المصابة والسليمة ، ويكون النسيج المصاب صلبًا، لكنه قد يصبح رخوًا عند تعرض الدرنة لدرجة حرارةٍ مرتفعةٍ نسبيًا . وقد يجف النسيج المصاب وينكمش تاركًا وراءه فراغاتٍ صغيرةً عند امتداد التخزين لفتراتٍ طويلةٍ ( شكل ٩-٩ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

وقد تكون المنطقة المتأثرة بالقلب الأسود كبيرةً ومتفرعةً ، وقد تمتد من مركز الدرنة إلى قريبٍ من سطحها. وعندما تتكون فجوات فى موقع الأنسجة المتأثرة – بعد جفافها – فإنها لا تكون مبطنةً بطبقةٍ من بيريدرم الجروح؛ الأمر الذى يعرضها للإصابة بالبكتيريا المسببة للأعفان .

وعلى الرغم من أن القلب الأسود يعد من العيوب الفسيولوجية التى تظهر أساسًا أثناء التخزين ، إلا أنه قد يظهر – أحيانًا – على الدرنات قبل حصادها ، ويحدث ذلك فى التربة الغدقة التى لا يتوفر فيها الأكسجين اللازم لتنفس أنسجة الدرنة .

ويحدث التلون الأسود الداخلى فى ظروف نقص الأكسجين وزيادة ثانى أكسيد الكربون – وما يصاحب ذلك من تلفٍ للأغشية الخلوية – بسبب بطء عملية التنفس؛ الأمر الذى يؤدى إلى تحرر الأكسجين لأكسدة التيروزين بواسطة إنزيم البولى فينوليز polyphenolase (الذى تناسبه حرارة ٤٠°م) وينتج من هذا التفاعل تكوُّن الميلانين melanin ذى اللون الأسود .

## العوامل المؤثرة على حالة القلب الأسود

تتوقف شدة ظهور حالة القلب الأسود على العوامل الآتية :

### ١ – مدى توفر الأكسجين فى هواء المخزن :

يعتبر نقص الأكسجين أهم العوامل التى تتسبب فى ظهور حالة القلب الأسود . ويحدث النقص فى الأكسجين فى الحالات الآتية :

أ – عندما تكون التهوية رديئةً فى المخازن ؛ حيث يستهلك الأكسجين سريعًا فى تنفس الدرنات .

ب - عند ارتفاع درجة الحرارة ؛ حيث يزداد معدل التنفس، وتزداد تبعًا لذلك سرعة استهلاك الأكسجين .

جـ - عند تخزين الدرنات في طبقات سميكةٍ ؛ مما يؤدى إلى سوء التهوية فيما بينها؛ ولذا يوصى بعدم زيادة سمك طبقة الدرنات المخزنة عن ٩٠سم عند ارتفاع الحرارة عن ٢٠ ْم، أو أن تتم تهوية الدرنات بطريقة الدفع الجبرى للهواء من خلالها .

**٢ - درجة حرارة التخزين :**

يؤدى تخزين الدرنات في درجات حرارةٍ مرتفعةٍ إلى زيادة معدل تنفسها بدرجة كبيرة؛ مما يؤدى إلى ظهور أعراض القلب الأسود بها ، حتى لو كانت المخازن غير مغلقة ؛ لأن الأنسجة الخارجية للدرنات تنافس الأنسجة الداخلية على الأكسجين اللازم للتنفس تحت هذه الظروف . وتقل شدة الأعراض ، كما تزيد الفترة اللازمة لظهورها بانخفاض درجة الحرارة من ٤٠ ْم إلى ٥ ْم ، لكن الأعراض يزداد ظهورها مع استمرار الانخفاض في درجة الحرارة إلى ما بين صفر و ٢,٥ ْم ، كما يظهر المرض في درجات الحرارة الشديدة الانخفاض ( صفر ْم أو أقل قليلاً ) ، والشديدة الارتفاع ( ٣٦ ْم-٤٠ ْم ) ، حتى مع توفر الأكسجين في المخازن ؛ بسبب عدم نفاذيته خلال أنسجة الدرنة بالسرعة الكافية لإمداد الأنسجة التي توجد في مركز الدرنة بحاجتها منه .

وتجدر الإشارة إلى أن معدل تنفس الدرنات الحديثة الحصاد في حرارة ٣٥ ْم يكون أربعة أمثال معدل تنفسها في حرارة ٢٠ ْم . ويؤدى تعرض الدرنات للتجريح إلى زيادة معدلات تنفسها بدرجةٍ أكبر ، علما بأن فرصة التجريح تزداد كثيرًا عند حصاد الدرنات وهي غير مكتملة التكوين .

كذلك تزداد فرصة ظهور حالة القلب الأسود عند إخراج الدرنات المخزنة على حرارة ٤ ْم من المخازن المبردة ، وتعريضها لحرارة عاليةٍ بصورةٍ فجائيةٍ .

**٣ - حجم الدرنات :**

يزداد ظهور حالة القلب الأسود في الدرنات الكبيرة الحجم ، عما في الدرنات الصغيرة للأسباب التالية :

أ - تقل نسبة سطح الدرنة إلى وزنها مع زيادة الدرنة فى الحجم. وحيث إن الأكسجين ينفذ إلى الدرنة من سطحها الخارجى ؛ لذا تقل كمية الأكسجين التى يمكن أن تصل إلى كل وحدة وزنٍ من الدرنة مع زيادتها فى الحجم .

ب - تزداد المسافة بين سطح الدرنة ومركزها كلما ازدادت فى الحجم ؛ ويعنى ذلك زيادة المسافة التى يتعين على الأكسجين أن ينفذ منها للوصول إلى الأنسجة الداخلية . وربما لا يحدث ذلك بالسرعة اللازمة للتنفس فى درجات الحرارة العالية .

جـ - تستهلك الأنسجة الخارجية من الدرنات الكبيرة الحجم جزءاً كبيرًا من الأكسجين الذى يمر من خلالها قبل أن يصل إلى الأنسجة الداخلية . وتزداد حدة هذه الحالة فى درجات الحرارة العالية ( Burton ١٩٤٨ ) .

وعلى الرغم من أن جلد الدرنة يمثل عائقًا كبيرًا أمام تبادل الغازات، وأن لب الدرنة يمثل عائقا كبيرا كذلك نظرا لصغر المسافات البينية بين خلاياه .. على الرغم من ذلك، فإن تبادل الغازات يتم بصورةٍ كافيةٍ لاستمرار التنفس الهوائى فى أنسجة الدرنة الداخلية إذا ا توافرت شروط التخزين الجيدة من حرارةٍ وتهويةٍ (Abdul-Baki & Solomos ١٩٩٤).

## تلون الحلقة الوعائية الفسيولوجى

من أبرز أعراض تلون الحلقة الوعائية الفسيولوجى Physiological Vascular Discoloration اكتساب الحلقة لونًا رصاصيًا أو بنيًا ضاربًا إلى الأحمر. وتشتد الأعراض – عادةً – بالقرب من قاعدة الدرنة ، ولكنها قد تنتشر فى كل الحلقة الوعائية .

تظهر هذه الأعراض عند الموت الفجائى للنموات الخضرية ، ولا يختلف الأمر أحدث الموت الفجائى بسبب الصقيع، أم بسبب القتل السريع للنموات الخضرية قبل الحصاد، أم بسبب قطعها ميكانيكيًا وهى خضراء . ولتجنب هذه الحالة يجب استعمال المركبات التى لا تُحدث قتلاً سريعا للنموات الخضرية قبل الحصاد ، وإنما تستعمل تلك التى تسبب قتلاً بطيئًا على مدى عدة أيامٍ . وقد يمكن استعمال جرعاتٍ مخففةٍ من مركبات القتل السريع ، تُعطى على دفعتين بدلاً من استعمال جرعةٍ واحدةٍ مركزةٍ منها ( عن Rich ١٩٨٣ ).

كذلك يفيد عدم تعريض النباتات للجفاف الشديد فى تجنب المــوت الســريع للنمــوات الخضرية عند معاملتها بالمركبات التى تستعمل فى التخلص منها قبل الحصاد؛ وبالتــالى تقل احتمالات الإصابة بتلون الحزم الوعائية الفسيولوجى .

## التحلل الحرارى الداخلى

### أعراض الإصابة

تظهر أعراض التحلل الحرارى - وتحلل الجفــاف - الداخلــى Internal Heat and Drought Necrosis عند تعرض الدرنات - وهى مازالت فى الحقــل - لحــرارة شديــدة الارتفاع مع جفاف التربة؛ حيث تأخذ الحلقة الوعائية لونًا ذهبيًا مصفــرًا ، أو رماديًــا. ولاتظهر لهذه الحالة أعراض خارجية على الدرنات أو النباتــات - عــادةً - باســتثناء احتمال ظهور ذبول على النموات الخضرية فى ظروف الجفاف الشديد .

ويجب ألا تختلط أعراض هذا العيب الفسيولوجى بأعراض البقع المتحللة ، أو البقــع الحلقية المتحللة التى تحدثها الإصابة ببعض الفيروسات . فمثلاً .. تُحدث الإصابة بفيرس التفاف أوراق البطاطس تحللاً شبكيًا net necrosis ، بينما تُحدث الإصابة بفيرس potato rattle ، أو موب توب mop top حلقات متحللة .

### العوامل المؤثرة فى حالة التحلل الحرارى الداخلى

تزداد حدة الإصابة بالتحلل الحرارى الداخلى فى الظروف التالية :

١ - عندما يسود الجو حرارة عالية تحفز على النمو النباتى السريع بعد فــترة مــن توقف النمو .

٢ - عندما تستخدم الأصناف الحساسة للحرارة العالية فى الزراعة ؛ مثــل الصنــف القديم أران بانر الذى يعد من أشد الأصناف حساســيةً للإصابــة بــهذا العيــب الفسيولوجى .

٣ - عند ترك الدرنات فى الحقل دون حصاد بعد موت النموات الخضرية ، فى ظروف ارتفاع درجة الحرارة مع جفاف التربة .

٤ - عند نقص عنصر الكالسيوم .

٥ – تزداد الإصابة فى الدرنات القريبة من سطح التربة ، وتقل تدريجيًا فى الدرنات التى تليها .

٦ – كما تزداد الإصابة فى الدرنات الكبيرة الحجم عن الدرنات الصغيرة .

٧ – يكون محصول العروة الصيفية – التى تنضج درناتها فى الجو الحار – أكثر عرضةً للإصابة عن محصول العروة الخريفية التى تنضج درناتها فى حرارةٍ منخفضةٍ نسبيًا .

هذا .. وتبقى الإصابة كما هى دون زيادةٍ بعد الحصاد .

ولتجنب هذه الحالة يوصى بزراعة الأصناف الأقل حساسية للحرارة المرتفعة ؛ مثل ترايمف Triumph ، ورد واربا Red Warba ، وكنيبك Kennebec ، كما ينصح بتشجيع النمو الخضرى القوى الذى يظلل التربة بشكلٍ جيدٍ، مع تجنب ترك الدرنات لفترةٍ طويلةٍ دون حصادٍ بعد جفاف أوراق النباتات .

## التبقع البنى الداخلى أو التحلل الداخلى

### أعراض الإصابة

يعتبر التبقع البنى الداخلى Internal Brownspot أو التحلل الداخلى Internal Necrosis حالةً خاصةً من القلب الأسود ؛ قد تظهر قبل الحصاد أو أثناء التخزين فى الدرنات التى تكون قد تهيأت لظهور الأعراض عليها قبل الحصاد .

وتعرف حالة التبقع البنى الداخلى بأسماءٍ عديدة ؛ نذكر منها ما يلى :

– التلون البنى الداخلى Internal Browning .

– البقع الصدئة الداخلية Internal Rust Spot .

– التحلل الداخلى الفسيولوجى Physiological Internal Necrosis .

– تبقع الشيكولاتة Chocolate Spot .

– النقط البنية الداخلية Internal Brown Fleck .

وتختلف هذه الحالة عن حالة التحلل الحرارى Heat Necrosis ( والتى تعرف كذلك باسم تحلل الجفاف Drought Necrosis ، وبقع الجفاف Drought Spots ).

وتتباين أعراض الإصابة بالتبقع البنى الداخلى من مجرد أجزاء صغيرة متناثرة (flecks) إلى مساحات أكبر ذات حوافٍ محددةٍ يكون لونها رصاصيًا فاتحًا، أو بنيًا داكنًا ضاربا إلى الاصفرار ، أو إلى الاحمرار. وقد تصبح فى الحالات الشديدة بلونٍ بنيٍ داكن أو أسود . وتكون الأنسجة المصابة صلبةً ، ولاتنهار أو تتعفن ، وتبقى صلبةً بعد الطهى. وتبدأ هذه الأعراض بترسيب السوبرين فى خلايا النخاع البرانشيمية ، ثم تتكون طبقات من خلايا شبه فلينيةٍ حول المناطق المصابة. هذا .. ولاتظهر أية أعراضٍ خارجيةٍ على الدرنات المصابة ( شكل ٩-١٠ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

وبخلاف حالة التحلل الحرارى التى لا تظهر فيها البقع المتحللة إلا فى الحلقة الوعائية، فإن أعراض التبقع البنى الداخلى قد تظهر فى أى جزءٍ من الدرنة المصابة .

وعلى الرغم من ظهور البقع المتحللة فى أى جزءٍ من النسيج الداخلى للدرنات المصابة بالتبقع البنى الداخلى ، إلا أنها تتركز فى النسيج البرانشيمى الذى يلى الحلقة الوعائية من الداخل . ولا يصاحب التبقع البنى الداخلى – عادة – أعراض خارجية على الدرنات المصابة ، كما لا تظهر أية أعراضٍ على النباتات ذاتها .

## العوامل المؤثرة فى حالة التبقع البنى الداخلى

تزداد حدة الإصابة بالتبقع البنى الداخلى فى الظروف التالية :

١ – فى الجو الحار الجاف وفى الأراضى الرملية ؛ مقارنةً بالجو المعتدل والأراضى الطميية .

٢ – فى الدرنات التى تحصد من نباتاتٍ لم تجف نمواتها الخضرية ؛ مقارنةً بتلك التى تحصد من نباتات جفت نمواتها الخضرية .

٣ – أمكن إحداث أعراضٍ مماثلة لأعراض التبقع البنى الداخلى بتعريض النباتات النامية فى المزارع المائية لنقص فى عنصر الكالسيوم، إلا أنه لم يمكن أبدًا معالجة هذه الحالة – تحت ظروف الحقل بالتسميد بالكالسيوم .

٤ – تساعد حرارة التخزين العالية على زيادة سرعة التحولات الكيميائية الحيوية

والفسيولوجية ، ومن ثم زيادة سرعة ظهور الأعراض فى الدرنات التى تكـــون قد تهيأت لظهور الأعراض فيها قبل الحصاد .

٥ – كذلك تزداد حدة الأعراض أثناء التخزين فى الدرنات التى لا تكون مكتملة التكوين عند الحصاد (عن Hiller وآخرين ١٩٨٥) .

## التبقع الأسود الداخلى

### أعراض الإصابة

لاتظهر أعراض التبقع الأسود الداخلى Internal Black Spot – عادةً – إلا عند تداول الدرنات بعد إخراجها من المخازن. وهى تبدأ بانهيار الخلايا فى منطقة النسيج الوعـــائى التى تقع تحت جلد الدرنة بمسافة قصيرة ، يتراوح عمقها بين ١,٥ مم و ٨ مم ، وتظهر مناطق دائرية ذات لونٍ رماديٍّ ضاربٍ إلى الزرقة، أو قد تكون أحيانًا بنية اللون. ويزداد ظهور هذه الأعراض فى طرف الدرنة القاعدى، وتقل بالاتجاه نحو الطرف القمى ( شكـــل ٩-١١ ، يوجد آخر الكتاب ) .

ويبدأ ظهور الأعراض بعد يوم واحد إلى ثلاثة أيام من تعرض الدرنات للضغوط التـــى تُحدث بها جروحًا داخلية ؛ لذا تسمى هذه الحالة أيضًا باسم التجريح الداخلـــى Internal Brusing . هذا .. ولا تصاحب هذه الأعراض الداخلية أية أعراضٍ خارجيةٍ .

وتتكون الصبغات التى توجد فى البقع السوداء نتيجة لتأكسد مواد فينوليـــة ؛ مثـــل : التيروزين tyrosine ، وربما حامض الكلوروجينك chlorogenic acid بفعل إنزيم الفينوليز phenolase. وتتكون صبغات مختلفة أثناء سلسلة التفاعلات؛ منها اللونان البنى والأحمر. وتنتهى التفاعلات بتكوين صبغة الميلانين melanin السوداء ( شكل ٩-١٢ ). وتحـــدث التفاعلات المؤدية إلى إنتاج هذه الصبغات فى الخلايا التى بـــدأت فـــى التحلـــل بـــالفعل (Stevens & Davelaar ١٩٩٦) .

وتعتبر معظم أصناف البطاطس التى ترتفع فيها نسبة المادة الجافة – وهى الأصناف التى تصلح لصناعة الشبس – شديدة الحساسية لهذه الظاهرة. كذلك تزداد فرصة حـــدوث الإصابة فى الدرنات التى تتعرض للإصابات الميكانيكية وهى باردة ؛ مقارنةً بتلـــك التـــى تتعرض للإصابات وهى دافئة .

Tyrosine → 3,4-Dihydroxyphenylalanine (DOPA) → Phenylalanine-3,4 quinone →

2-Carboxy-2,3 dihydro-5,6-dihydroxyindole → 2-Carboxy-2,3-dihydroindole-5,6-quinone → 5,6-Dihydroxyindole →

Indole-5,6-quinone → Melanin

شكل ( ٩-١٢ ) : تكوّن صيغة الميلانين من التيروزين .

## العوامل التى تهيئ الدرنات للإصابة

إن من أهم العوامل التى تهيئ الدرنات للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى ما يلى :

١ – الجروح والضغوط التى تتعرض لها الدرنات :

فلا تظهر هذه الحالة فى الدرنات التى تعرضت لضغوطٍ تكفى لإحداث جـروح داخليـةٍ فيها دون التأثير على جلد الدرنة ، وخاصة عند تداول الدرنات وهى مازالت باردةً . وقد يحدث ذلك أثناء التخزين أو بعده .

٢ – حساسية الصنف :

تختلف الأصناف فى مدى حساسيتها للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى (Horneburg & Wirsing ١٩٩٥أ) ؛ فبينما يعد الصنف بونتياك – مثلاً – مقاومًا ، يعد الصنفان تيتـون Teton ، وأونتاريو Ontario شديدى القابلية للإصابة .

### ٣ – فقدان الدرنات لجزءٍ من رطوبتها أثناء النمو أو التخزين :

تشتد الإصابة فى الدرنات الذابلة جزئيًا؛ الأمر الذى يحدث أحيانًا فى المناطق الحارة عند تعرض الحقل لظروف الجفاف ، كما قد يحدث أثناء التخزين بسبب فقد الدرنات لجزءٍ من رطوبتها . وتصبح الأنسجة الداخلية لهذه الدرنات الذابلة جزئيًا أكثر حساسيةً لأية ضغوطٍ خارجيةٍ ؛ ويعنى هذا العامل أن تعرض الدرنات المخزنة لأية ظروفٍ تؤدى إلى فقد الرطوبة يؤدى إلى تهيئتها للإصابة، ومن أهم هذه الظروف : درجة الحرارة العالية ، والرطوبة النسبية المنخفضة ، والتخزين لفتراتٍ طويلةٍ .

هذا .. إلا أن الدرنات الشديدة الذبول تكون أقل عرضةً للإصابة بهذا العيب الفسيولوجى .

### ٤ – درجة حرارة الدرنات أثناء تعرضها للضغوط :

تزداد حساسية درنات البطاطس للإصابة بالجروح الداخلية – أثناء تعرضها للضغوط – كلما انخفضت درجة حرارتها .

### ٥ – مستويات الأسمدة الآزوتية والبوتاسية :

يؤدى التسميد الآزوتى الغزير ، أو نقص البوتاسيوم إلى تهيئة الدرنات للإصابة . ومما تجد الإشارة إليه أن نقص البوتاسيوم يرتبط بزيادة محتوى الدرنات من المركبات الفينولية ذات العلاقة بالتغيرات فى اللون . أما الفوسفور والكالسيوم فليست لهما علاقة بالإصابة .

وقد وجد Horneburg & Wirsing (١٩٩٥ب) أن الحد من الإصابة يتطلب تسميدًا عضويًا وبوتاسيًا جيدين ، وتسميدًا آزوتيًا محدودًا. كما وجد Joshi وآخرون (١٩٩٢) أن زيادة التسميد البوتاسى أدت إلى نقص محتوى الدرنات من التيروزين والفينولات الكلية ، مع نقصٍ فى إصابتها بالتبقع الأسود الداخلى .

### ٦ – الرطوبة الأرضية :

يؤدى نقص الرطوبة الأرضية إلى تهيئة الدرنات للإصابة ؛ بسبب تعرضها للذبول الجزئى فى هذه الظروف التى يمكن فيها للنموات الخضرية أن تسحب بعض احتياجاتها من الرطوبة من الدرنات ذاتها .

**٧ – نضج الدرنات :**

تعتبر الدرنات الناضجة أكثر قابلية للإصابة من الدرنات غير الناضجة . وأفضل وسيلة لخفض نسبة الإصابة بهذه الحالة الفسيولوجية هي برفع درجة حرارة الدرنات المخزنة إلى ٢٠ْم قبل تدريجها أو تداولها لأى سبب كان ، كما أن تداول الدرنات وهى كاملة المحتوى الرطوبى يقلل من الإصابات بالتبقع الأسود الداخلى، إلا أنه يزيد الإصابة بالتشققات الخارجية ( Gray & Hughes ١٩٧٨ ) .

## التغيرات الداخلية المؤثرة فى الإصابة

يوجد ارتباط عال ( r = ٠,٩٠ ) بين محتوى الدرنات من التيروزين الحر وقابليتها للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى ، وهذا المحتوى صفة وراثية يختلف باختلاف الأصناف ويتأثر بالعوامل البيئية، ولكن جميع الأصناف تحتوى درناتها على تيروزين حرٍ ، ولاتظهر المقاومة إلا إذا انخفض محتوى الدرنات من التيروزين الحر عن ٤ ميكرومولات/جم من الوزن الجاف ؛ ولهذا السبب فإن جميع أصناف البطاطس تعد عرضةً للإصابة بهذا العيب الفسيولوجى ، ولكن معدلات الإصابة تتباين فيما بينها ، كما تتأثر بمختلف الظروف البيئية .

وقد تبين أن الطرف القمى للدرنة – وهو الأقل تعرضًا للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى – أقل محتوى من التيروزين الحر عن الطرف القاعدى .

كذلك وجد ارتباط معنوى سالب وعالٍ (R تراوحت بين -٠,٨٥ و -٠,٩٧) ببين محتوى الدرنات من التيروزين الحر ومحتواها من التيروزين المرتبط فى البروتين . وقد ترتب على ذلك عدم وجود اختلافاتٍ معنوية بين الأصناف فى محتوى درناتها من التيروزين الكلى ، والذى بلغ فى المتوسط حوالى ٢٦ ميكرومولاً بكل جرام من الوزن الجاف؛ ومن ثم عدم ارتباط محتوى الدرنات الكلى من التيروزين بقابليتها للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى .

كما لم توجد أية علاقة بين محتوى الدرنات من الفينولات الأخرى غير التيروزين وإصابتها بالتبقع الأسود الداخلى (Corsini وآخرون ١٩٩٢) ؛ بما فى ذلك حامض الكلوروجنك Chlorogenic Acid (عن Sabba & Dean ١٩٩٤) .

كذلك ارتبطت القابلية للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى بنشاط إنزيم البروتينيز Proteinase فى خمسة أصنافٍ من البطاطس ؛ الأمر الذى يفيد احتمال اعتماد القابلية للإصابة على مستويات البروتينيز - الذى يعمل على تمثيل البروتينات - وليس على تمثيل التيروزين ذاته (Sabba & Dean ١٩٩٤).

وقد وجد أن بعض أصناف البطاطس تزداد قابلية درناتها للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى أثناء تخزينها على ٣ْم لمدة ثمانية أشهر ، وكان ذلك مصاحبًا بزيادةٍ فى نشاط إنزيماتٍ معينةٍ فى هذه الأصناف ؛ هى إنزيمات : إندوبتديز endopeptidase ، وأمينو ببتديز aminopeptidase ، وكوريزميت ميوتيز chorismate mutase ؛ مما يفيد احتمال مسئولية هذه الإنزيمات عن زيادة مستويات بادئ الميلانين التيروزين الذى يرتبط بالتخزين البارد للدرنات ( Sabba & Dean ١٩٩٦ ) .

## وسائل الوقاية من الإصابة

للوقاية من الإصابة بالتبقع الأسود الداخلى فى درنات البطاطس تجب مراعاة ما يلى :

١ - تجنب كافة العوامل التى تتعرض لها الدرنات - قبل الحصاد وبعده - والتى تجعلها أكثر قابليةً للإصابة ، وخاصة العوامل التى تؤدى إلى فقد الدرنات جزءًا من رطوبتها .

٢ - تداول الدرنات بحرصٍ تامٍ أثناء الحصاد وبعده ؛ لكى لا تحدث بها الكدمات التى تؤدى إلى ظهور أعراض الإصابة .

ولتحقيق ذلك .. تتعين مراعاة ما يلى :

١ - زراعة الأصناف الأقل قابلية للإصابة .

٢ - الاهتمام بعمليات الخدمة الزراعية ، وخاصة التسميد ، والرى ، ومكافحة الأمراض والآفات ؛ لأجل استمرار النمو الخضرى بحالةٍ جيدةٍ حتى الحصاد، مع إعطاء عنايةٍ خاصةٍ للتسميد البوتاسى .

٣ - تراعى عند الحصاد الأمور التالية :

أ - توفير رطوبةٍ أرضيةٍ بالقدر المناسب؛ فالتربة يجب أن تكون رطبة

جزئيًا ، ولكن سهلة التفتت friable عند الحصاد ، علمًا بأن جفاف التربة عند الحصاد يزيد كثيرًا من إصابة الدرنات ومن قابليتها للإصابة.

ب - قتل النموات إما ميكانيكيًا ، وإما كيميائيًا قبل الحصاد ، مع التأكد من أن جلد الدرنات لا تسهل إزالته .

جـ - عدم إجراء الحصاد إلا بعد ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للدرنات عن ٨°م ، ويتطلب ذلك أحيانًا إما تأجيل الحصاد إلى يوم اخر، وإما تأخيره إلى أن ترتفع الحرارة ظهرًا .

د - تبطين كافة الأسطح التى تتلامس معها البطاطس فى معدات الحصاد والتداول ، وضبط سرعة التشغيل فى جميع الأجهزة ، وخفض الارتفاعات التى تسقط منها الدرنات أثناء تداولها إلى ١٥ سم كحد أقصى ؛ وذلك لأجل منع حدوث الكدمات بالدرنات أو تقليل هذه الكدمات.

هـ - عدم تداول الدرنات إلا بعد ارتفاع حرارتها عن ٨°م ( عن Hiller وآخرين ١٩٨٥) .

## التلون البنى غير الإنزيمى

### طبيعة الظاهرة

ترتبط ظاهرة التلون البنى غير الإنزيمى - بصورة مباشرة - بتركيز السكريات المختزلة فى الدرنات. وعلى الرغم من أن السكريات لا تشكل أكثر من ٣٪ من المادة الجافة بالدرنات، إلا أنها ذات أهمية كبيرة ؛ نظرًا لتسببها ( حتى وهى بهذا التركيز المنخفض ) فى تلون الشبس والبطاطس المحمرة أثناء قليهما باللون البنى .

وهذا التلون غير الإنزيمى non-enzymic browning يوجد منه نوعان : التكرمل caramelization ، وما يسمى بتفاعل ميلارد Maillard reaction .

ويرجع معظم التلون البنى غير الإنزيمى إلى تفاعل ميلارد الذى يحدث بسرعة فى درجة حرارة القلى ( ١٦٥-١٧٠°م ) فى وجود الأحماض الأمينية . وعلى الرغم من أن هذا التفاعل لا يتم إلا فى وجود هذه الأحماض الأمينية ، فإن تركيزها غير مؤثر ؛ لأنها

توجد بوفرة؛ ولذا .. فإن معدل التفاعل يتحدد أساسًا بتركيز السكريات المختزلة (الجلوكوز والفراكتوز) فى الدرنات .

وتتراوح تقديرات معامل الارتباط بين التلون البنى والسكريات المختزلة من ٠,٣٢ إلى ٠,٩٩ . ويجب ألا يزيد تركيز السكريات المختزلة على ٠,٣٥٪ (على أساس الوزن الطازج) ؛ حتى لايظهر التلون البنى عند القلى ، كما يجب ألا يزيد التركيز على ٠,٢٪ فى الدرنات المخصصة لصناعة الشبس .

## العوامل المؤثرة فى الظاهرة

تتأثر شدة التلون البنى غير الإنزيمى - كما أسلفنا - بمحتوى الدرنات من السكريات ؛ ولذا .. فإن جميع العوامل التى تؤثر فى نسبة السكريات فى الدرنات تؤثر بدورها فى شدة إصابتها ؛ وهى كما يلى :

### ١ - عمر الدرنة :

فتكون النسبة عالية ، وتصل إلى ٠,٧٥٪-١,٥٪ على أساس الوزن الطازج فى بداية تكوين الدرنات ، ثم تنخفض تدريجيًا مع النضج .

### ٢ - درجة الحرارة :

قبل الحصاد وأثناء التخزين ؛ فتزيد نسبة السكريات كلما انخفضت درجة الحرارة؛ حيث تؤثر الحرارة على التحولات ما بين النشا والسكريات من جهةٍ ، وبين السكروز والسكريات المختزلة من جهةٍ أخرى ؛ فمثلاً .. يؤدى ارتفاع الحرارة من ٢ْم إلى ٤ْم إلى نقص محتوى الدرنات من السكروز بدرجةٍ أكبر بكثيرٍ من تأثير ذلك على السكريات المختزلة . وللمحافظة على مستوى منخفضٍ من السكريات المختزلة فى الدرنات ، يجب أن تبقى حرارة التخزين أعلى من ٨-١٠ْم . وإذا حدث وخزنت البطاطس فى حرارةٍ منخفضةٍ وارتفعت فيها نسبة السكريات المختزلة ، فإنه يتعين رفع حرارة المخزن إلى ١٥ْم-٢٠ْم لفترة قبل تصنيعها ، يتم خلالها استهلاك جزءٍ من السكريات فى التنفس ، وتحول معظمها إلى نشا، وهى العملية التى تعرف باسم إعادة التهيئة Reconditioning .

### ٣ - نمو البراعم :

تحدث زيادة بسيطة فى نسبة السكريات عند بداية نمو البراعم ؛ وذلك بعد انتهاء حالة

السكون مع توفر ظروفٍ مناسبةٍ لإنبات البراعم . ولكن إذا أوقف نمو هذه البراعم – سواء أحدث ذلك باستعمال مثبطات التبرعم ، أم بإزالة البراعم ذاتها – فإن هذه الزيادة البسيطة التى حدثت فى محتوى الدرنات من السكريات سوف تستهلك خلال فترة التخزين التالية .

**٤ – دخول الدرنات فى مرحلة الشيخوخة :**

عندما تخزن الدرنات فترات طويلةً جدًا فى حرارة منخفضة ، فإنها تدخل مرحلة الشيخوخة senescence وهى تحتوى على تركيزاتٍ عاليةٍ من السكريات التى تكون قد تراكمت خلال فترة التخزين فى الحرارة المنخفضة ، وتلك الزيادة لا يمكن التخلص منها بتعريض الدرنات لحرارةٍ عاليةٍ ؛ ذلك لأن الدرنات التى تدخل مرحلة الشيخوخة ينخفض فها معدل جميع التفاعلات الأيضية ، بما فى ذلك تحول السكر المتراكم إلى نشا ، وكذلك عملية التنفس – ذاتها – التى تُستهلك فيها السكريات المتراكمة .

## التلون البنى الإنزيمى

يظهر التلون البنى الإنزيمى enzymic browning إذا تركت الدرنات فترةً بعد تقشيرها أو تقطيعها ، ويحدث نتيجة أكسدة المركبات الفينولية بإنزيم الفينوليز . وأهم هذه المركبات الحامض الأمينى تيروزين tyrosine ، وحامض الكلوروجنك chlorogenic acid . وبينما تنتهى سلسلة التفاعلات التى تعقب أكسدة التيروزين بتكوين صبغة الميلانين السوداء ، فإن المواد التى تتكون عقب تأكسد حامض الكلوروجنك تكون أقل دكنةً . ويعتبر تركيز التيروزين هو العامل الذى يتحكم فى درجة التلون البنى الإنزيمى .

وعلى الرغم من أن التلون البنى الإنزيمى يعتبر صفة وراثية، وتنخفض معدلاته فى أصناف البطاطس الحديثة ، إلا أن توفر عنصر البوتاسيوم والكلور يحد من الظاهرة .

## التلون الأسود بعد الطهى

يظهر أحيانًا لون أسود فى البطاطس المطهوة (after-cooking blackening) ، خاصة بعد الغلى فى الماء ، كما يظهر أيضًا فى البطاطس المحمرة المحفوظة بالتجمد، وفى البطاطس المعلبة والمجففة ؛ وهذا التلون غير إنزيمى ، ويرجع إلى تكون صبغةٍ معقدة

أثناء الطهى تتركب من كلٍّ من حامض الكلوروجنك ، والحديد. وتتأكسد هذه المادة بعد أن تبرد البطاطس وتتعرض للهواء ؛ حيث تتكون مادة فيّرى – داى كلوروجنك ferri – dichlorogenic acid المسئولة عن اللون الأسود .

ويتأثر تكوّن هذه المادة برقم الحموضة (pH)، حيث يزداد التفاعل بزيادة رقم الـ pH ، وبالمركبات المخلبية chelating agents الطبيعية؛ مثل : حامض الستريك، وحامض الماليك ، التى تنافس حامض الكلوروجنك على عنصر الحديد ، وأكثرُها فاعلية حامض الستريك . ونظرًا لأن حامض الستريك يزداد تركيزه فى الطرف البعيد rose end للدرنة ؛ لذا يقل ظهور هذا العيب الفسيولوجى فى هذا الجزء من الدرنة .

ويعتبر البوتاسيوم من أهم العوامل المؤثرة على محتوى الدرنات من حامض الستريك، ومن ثم على ظهور التلون الأسود بعد الطهى؛ لأن محتوى الدرنات من حامض الستريك يرتبط إيجابيًا بمحتواها من البوتاسيوم؛ ويترتب على ذلك أن يزداد ظهور اللون الأسود بزيادة التسميد بالكاتيونات الأخرى التى تنافس البوتاسيوم على الامتصاص ؛ مثل : الأمونيوم .

كذلك يقل ظهور هذا العيب الفسيولوجى فى البطاطس المنتجة فى أرضٍ باردةٍ رطبةٍ ؛ مقارنةً بتلك المنتجة فى أرضٍ دافئةٍ جافةٍ ، وفى بعض الأصناف دون غيرها .

## الدرنات الصغيرة أو الثانوية

قد تنبت الدرنات أثناء التخزين ، أو بعد الزراعة مباشرةً ، وتكون درنات جديدةً مباشرةً ، دون أن تعطى نباتًا طبيعيًا . ويحدث ذلك عند نمو براعم الدرنات القديمة بعد انتهاء فترة السكون، خاصة عندما تكون هذه الدرنات قد أنتجت وخزنت فى حرارةٍ عاليةٍ، وكانت زراعتها عميقةً وفى حرارةٍ منخفضة . ويطلق على هذه الحالة اسم الدرنات الصغيرة little tuber أو الدرنات الثانوية secondary tubers ؛ وهى ليست مشكلةً كبيرةً؛ حيث لا ينجم عنها سوى غياب عددٍ قليل من الجور .

## النموات الحلزونية

تظهر النموات الحلزونية coiled sprouts عند زراعة تقاوٍ مخزنةٍ لفتراتٍ طويلةٍ، أو عند

الزراعة فى تربةٍ منضغطةٍ ؛ حيث تنحنى النموات الجديدة ، وتلتف عدة مرات ، ويتضخم الجزء الملتف ، وقد يتشقق ، ويصاحب ذلك تأخير الإنبات . وقد لا يظهر هذه النبت ، وتتكون بدلاً منه نموات أخرى ؛ فيزيد بذلك عدد سيقان النبات . وكثيرًا ما لوحظت الإصابة بفطر *Verticillium nubilum* عند ظهور هذه الحالة ؛ ولذا فإن هذا الفطر يُعد أحد مسبباتها ، كما أنها تزداد عند الزراعة فى الجو البارد، وعند استعمال تقاوٍ ذات نمواتٍ طويلةٍ فى الزراعة ، وعند الزراعة على عمقٍ كبيرٍ فى تربةٍ منضغطةٍ .

## النموات الشعرية أو النبت الشعرى

تظهر النموات الشعرية hair sprouts فى الدرنات التى تنبت مبكرةً قبل حصادها ؛ حيث تعطى نمواتٍ رفيعةً يبلغ قطرها نحو ٢ مم . وقد تنتج الدرنة الواحدة نمواتٍ شعريةً وأخرى طبيعيةً فى آنٍ واحدٍ ، لكن من عيونٍ مختلفةٍ . ويكثر ظهور هذه الحالة عند ارتفاع درجة الحرارة فى نهاية موسم النمو فى المراحل الأخيرة لتكوُّن الدرنات. وتشتد الحالة عند إصابة حقول إنتاج التقاوى ببعض الميكوبلازما مثل ميكوبلازما اصفرار الإستر ، أو ببعض الفيروسات مثل فيرس التفاف أوراق البطاطس. وتعرف هذه الحالة – كذلك – باسم النموات الطويلة النحيلة Spindling sprouts .

## العديسات الكبيرة

تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية بدرجةٍ كبيرةٍ إلى سوء التهوية ، ويتأقلم النبات على هذه الحالة بزيادة اتساع العديسات حتى تسمح بتبادل الغازات، فتبدو بيضاء اللون، وكبيرة الحجم، ويطلق على هذه الحالة اسم enlarged lenticels ( شكل ٩-١٣، يوجد فى آخر الكتاب ) .

## الجذور الداخلية

يؤدى تخزين الدرنات لفتراتٍ طويلةٍ فى ظروفٍ تخزينيةٍ غير مناسبة إلى نمو جذورٍ من قاعدة البرعم الطرفى تحت البشرة مباشرة . وتمتد هذه الجذور داخل الدرنة من خلال منطقة النخاع ، حتى تصل إلى الطرف القاعدى. ويطلق على هذه الحالة اسم internal roots .

## النبت الداخلى

تؤدى زيادة الرطوبة النسبية فى المخازن إلى إنبات بعض البراعم خلال الدرنات التى تعلوها مباشرةً ، أو خلال نفس الدرنة إذا كان النبت فى جانبها السفلى . وقد يكون نمو النبت من خلال جانب الانخفاض الذى توجد فيه العين فى الأصناف ذات العيون الغائرة. ويطلق على هذه الحالة اسم internal sprouts .

وتشتد هذه الحالة فى الدرنات التى خزنت لفترات طويلةٍ ، وعند التخزين على حرارة ١٢ْم-١٥ْم ، كما تزيد الإصابة بفعل تعرض الدرنات للضغط عند تخزينها فى كوماتٍ كبيرةٍ، كذلك تؤدى المعاملة بتركيزاتٍ منخفضةٍ من مثبط التبرعم CIPC إلى ظهور هذه الحالة .

## القطوع والخدوش

تعد القطوع cuts والخدش bruises من الأضرار الميكانيكية غير الفسيولوجية . وتحدث القطوع بواسطة آلات الحصاد . ويمكن التئام مكان القطع بسهولةٍ أثناء إجراء عملية المعالجة . أما الخدوش ، فإنها تحدث عند تكويم الدرنات بعضها فوق بعض فى طبقاتٍ سميكةٍ ، واحتكاكها ببعضها ، وعند تداولها بخشونةٍ فى أى وقتٍ بعد الحصاد .

## أضرار ناشئة عن اختراق جذور الأعشاب الضارة للدرنات

لبعض أنواع الأعشاب الضارة المعمرة سيقان أرضية على شكل ريزوماتٍ حادةٍ تخترق درنات البطاطس المجاورة لها فى التربة .. ومن هذه الحشائش ما يلى :

Quick grass ( *Agropyron repens* ).

Nut grass ( *Cyperus rotundus* ).

## التفاف الأوراق

يحدث التفاف الأوراق leaf roll إما نتيجة الإصابة بفيرس التفاف الأوراق ، وفى هذه الحالة تختلف حدة الأعراض كثيرًا من نباتٍ لآخر فى نفس الحقل ( ولاتعد الحالة فسيولوجية ) .. وإما نتيجة لواحد أو أكثر من المسببات التالية :

١ – أى عامل يعوق انتقال المواد الغذائية المجهزة من الأوراق إلى الدرنات ؛ حيث يتجمع النشا فى الأوراق ؛ مما يجعلها جلدية ، ويسبب التفافها لأعلى. ويحدث ذلك خاصة عند الإصابة بالذبول الفيوزارى ، أو بعض الأمراض الأخرى ، أو بالميكوبلازما ، أو عندما تحدث أضرار ميكانيكية لقاعدة الساق .

٢ – طفرة متنحية (وهى التى يتحكم فيها الجين Lr ) تؤدى إلى تراكم النشا فى الأوراق .

٣ – الإفراط فى التسميد الآزوتى .

٤ – إصابة الأوراق القمية بمن البطاطس . وتسمى هذه الحالة باسم الالتفاف القمى toproll ، وتختفى بمجرد مكافحة المن .

## احتراق حواف الوريقات

تظهر حالة احتراق حواف الوريقات ( tip burn ) إما لزيادة النتح عن مقدرة الجذور على امتصاص الماء ؛ حيث تذبل أطراف وحواف الوريقات فجأةً ، ثم تموت، أو قد يحدث ذلك بصورةٍ تدريجيةٍ ؛ فيظهر أولاً اصفرار خفيف فى حواف الوريقات ، يتغير تدريجيًا إلى اللون الأسود ، وتبدو المنطقة المصابة فى قمة الوريقات على شكل حرف V ، وتشمل ربع الورقة ، أو أكثر من ذلك . وتكون الأوراق المصابة سهلة التقصف ، ويسهل فصلها عن النبات . وتزداد حدة الأعراض فى الأوراق المسنة عما فى الأوراق الحديثة .

تزداد هذه الحالة ظهوراً عندما يسود جو صحو كثير الرياح بعد فترة يسودها جو ممطر ملبد بالغيوم ؛ ففى هذه الظروف يزداد النتح بدرجةٍ أكبر من مقدرة الجذور على امتصاص الماء من التربة ؛ مما يؤدى إلى ذبول حواف الوريقات واصفرارها وجفافها .

## الدرنات الهوائية

تظهر الدرنات الهوائية Aerial Tubers فى آباط الأوراق – وخاصة الأوراق السفلى – وذلك عند حدوث أى عائق يمنع انتقال الغذاء المجهز من الأوراق إلى الأجزاء تحت الأرضية من النبات . تختلف الدرنات الهوائية فى أحجامها ، ولكنها تكون – عادةً – صغيرةً ، ويكون لونها أخضر قاتمًا إلى قرمزيّ .

ومن أهم العوامل التى تعوق انتقال الغذاء إلى الأجزاء تحت الأرضية من النبات الأضرار الحشرية والميكانيكية للأجزاء السفلى من الساق، وبعض الإصابات المرضية ، وخاصة الرايزكتونيا ، واصفرار الأستر .

ولمزيدٍ من التفاصيل عن العيوب الفسيولوجية ، يراجع Rich (١٩٨٣)، و Hiller وآخرين (١٩٨٥) .

## اصفرار القمة

يؤدى تعرض نباتات البطاطس إلى جرعات زائدة من مبيد الحشائش جلايفوسيت glyphosate إلى اصفرار قمة النبات ( القمة وأحدث الأوراق تكوناً ، وبعض وريقات الأوراق التى سبقتها فى التكوين ) ، والتفافها إلى أعلى . وتكون الدرنات التى تكونها هذه النباتات مشوهةً وتظهر بها نموات جاحظة .

## الورقة المنقطة

يؤدى تعرض أوراق البطاطس لتركيزات عاليةٍ من الأوزون إلى ظهور بقعٍ أو مناطق ميتةٍ بنية اللون و متناثرةٍ بين العروق فى الأصناف الحساسة. تعرف هذه الأعراض باسم الورقة المنقطة Speckle Leaf ؛ وهى تشاهد بوضوحٍ على السطح السفلى للأوراق .



## الفصل العاشر

# الحصاد ، والتداول ، والتخزين ، والتصدير

لا تستكمل العملية الإنتاجية إلا بعد إجراء الحصاد فى الموعد المناسب ، وبالطريقة المناسبة، وإيصال الدرنات للمستهلك وهى مازالت بحالة جيدةٍ، وهو ما سنتناوله بالشرح فى هذا الفصل .

## الحصاد

يتطلب إجراء الحصاد بطريقةٍ مناسبةٍ مراعاة بعض الأمور ؛ مثل تحديد الموعد المناسب للحصاد وطريقة التخلص من النموات الخضرية ، وطريقة الحصاد ذاتها .

### تحديد موعد الحصاد

يتوقف الموعد المناسب للحصاد على الغرض من الزراعة، والجانب الاقتصادى الخاص بالأسعار؛ فكما سبق الذكر فى الفصل الخامس، فإن البطاطس البلية تقلع قبل تمام نضجها، وتصدر للخارج ، وتعامل بطريقةٍ خاصةٍ ؛ حتى لا تتلف أثناء الشحن . وقد يلجأ بعض المنتجين إلى إجراء الحصاد فى مرحلةٍ أكثر تقدمًا من النضج ، إلا أن الدرنات لاتكون مكتملة النضج أيضًا. ويحدث ذلك عند ارتفاع الأسعار ونقص المعروض من المحصول فى الأسواق، إلا أن ذلك يكون على حساب المحصول الكلى؛ لأن المحصول يزداد زيادةً كبيرةً مع استمرار تقدم الدرنات فى النضج. وتستمر الزيادة فى المحصول، حتى بعد بداية موت أوراق النبات . وعلى المنتج أن يوازن ما بين الفرق فى الأسعار ، والفرق فى كمية المحصول .

وأهم ما يعيب الحصاد المبكر ما يلى :

١ – نقص المحصول .

٢ – زيادة نسبة الدرنات المتسلّخة ، وزيادة فرصة تعرضها للإصابات الميكانيكية ؛ ومن ثم زيادة فرصة إصابتها بالعطب ، وضعف مقدرتها على التخزين .

٣ – زيادة نسبة السكريات فى الدرنات ؛ فلا تصلح لعمل الشبس ، أو القلى .

ويكتمل نضج درنات معظم أصناف البطاطس فى خلال ١٠٠–١٢٠ يوم من الزراعة . ويعرف النضج بوصول الدرنات لأقصى حجم لها ، واكتمال تكون قشرة الدرنة، والتصاقها بها، حيث يصعب خدش الدرنة أو سلخ الجلد عند الضغط عليها بالإبهام، كما يبدأ المجموع الخضرى فى الاصفرار عند النضج .

ويعيب تأخير الحصاد ما يلى :

١ – تتعرض الدرنات فى العروة الصيفية للإصابة بلفحة الشمس ، وبفراش درنات البطاطس .

٢ – تتعرض الدرنات فى الجو البارد فى نهاية العروة الخريفية إلى أن تزداد نسبة السكر فيها ، فلا تصلح لعمل الشبس ، أو للقلى .

ولكن يجب تأخير قطع النموات إلى حين اكتمال نضج الدرنات حسب الصنف المزروع ( Kandeel وآخرون ١٩٩١ ، و Chaurasia & Singh ١٩٩٢ ).

## التخلص من النموات الخضرية قبل الحصاد

نظرا للاهتمام بوقاية حقول البطاطس من الإصابات الحشرية والفطرية، فإن النموات الخضرية تبقى بحالةٍ جيدةٍ ، حتى يحين موعد الحصاد ؛ مما يستلزم التخلص منها قبل إجراء الحصاد .

ويتم التخلص من النموات الخضرية يدويًا ، أو آليًا ، أو كيميائيًا ؛ ففى مصر تجرى هذه العملية يدويًا بإزالة العروش قبل الحصاد بيومٍ أو يومين . وقد تجرى هذه العملية باستخدام آلات خاصة تقوم بتقطيع النموات الخضرية وجمعها . وتعد كلتا الطريقتين السابقتين من الطرق السريعة التى تزداد معها حدة العيوب السابقة الذكر .

كما قد يتم التخلص من النموات الخضرية؛ وذلك برشها ببعض المركبات الكيميائية التى قد تقتلها بسرعةٍ أو ببطءٍ . ومن المركبات المستعملة لهذا الغرض ما يلى :

١ – حامض الكبريتيك : يقتل النموات الخضرية بسرعة .

٢ – بخار الأمونيا : يقتل النموات الخضرية فى خلال ٢٤ ساعة من المعاملة .

٣ – مركبات الداى نيترو dinitro المختلفة : تقتل النموات الخضرية فى خلال ٤-١٠ أيام .

٤ – حامض الكريزيلك Cresylic Acid .

٥ – مركب النجراثال nigrathal ( Ware MaCollum ١٩٨٠ ) .

٦ – مبيد الحشائش رجلون Reglone .

٧ – هارفيد Harvade : يستعمل بمعدل ٠,٣-١,١ كجم/هكتار قبل الموعد المتوقع للحصاد بنحو ١٤-٢٠يومًا . يُمتص المركب خلال ٤-٦ ساعات من المعاملة، ويُحدث تأثيره بتكوين طبقة انفصال فى الأوراق تؤدى إلى سقوطها (Read ١٩٨٢) .

٨ – مبيد الحشائش داينوسب dinoseb : ترش به النباتات قبل الحصاد بنحو أسبوعين ، على ألا تقل درجة الحرارة عن ١٣°م .

٩ – مبيد الحشائش إندوثال endothall : ترش به النباتات قبل الحصاد بنحو ١٠-١٤يومًا .

١٠ – مبيد الحشائش باراكوات paraquat (جراماكسون) : ترش به النباتات قبل الحصاد بثلاثة أيام ، ولايستخدم فى حالة البطاطس التى يراد تخزينها ، وتلك التى تستعمل كتقاوٍ ( Whitesides ١٩٨١ ) .

وعلى الرغم من أهمية التخلص من النموات الخضرية قبل الحصاد ، فإن إجراءها مبكرًا يؤدى إلى نقص المحصول، ونقص الكثافة النوعية للدرنات، وتلون الحزم الوعائية فى الطرف القاعدى للدرنات باللون البنى ، وخاصةً فى الخشب والأنسجة البرانشيمية المحيطة به. وتزداد حدة هذه الأعراض عند اتباع وسائل القتل السريع للنوات الخضرية ، بينما تقل هذه المشاكل أو تختفى عند اتباع وسائل القتل البطئ لهذه النموات . فنجد – مثلاً – أن حالات تلون الحزم الوعائية لدرنات البطاطس تزداد عند استعمال المركبات التى تُحدث قتلاً سريعًا للنوات الخضرية؛ مثل حامض الكبريتيك ، وكذلك الدكوات diquat،

والدينوسب Dinoseb، بينما تقل كثيرًا حالة تلون الحزم الوعائية عند استعمال المركبات التى تحدث قتلاً بطيئًا للنموات الخضرية مثل الميتوزيرون metoxuron (Ogilvy ١٩٩٢).

وينصح فى حالة القتل السريع للنموات الخضرية أن يؤخر الحصاد لفترة ؛ حتى يتكون البيريدرم على الدرنات .

## طريقة الحصاد

يجب أن تجمع أولاً الدرنات المكشوفة للتخلص منها؛ نظرًا لأنها تكون خضراء اللون، وأغلبها مصاب بلفحة الشمس، وبفراش الدرنات. تقلع البطاطس فى معظم أراضى الوادى والدلتا بمصر أساسًا بواسطة المحراث البلدى ، كما تستخدم الفأس وشوكة البطاطس فى التقليع فى المساحات الصغيرة. وفى حالة استعمال المحراث البلدى يراعى عدم تجريح الدرنات ؛ وذلك باختيار سلاح عريض للمحراث ، مع إمراره عميقًا أسفل الدرنات ، أى أسفل خط الزراعة . ويلى ذلك جمع الدرنات فى صناديق، أو فى أقفاصٍ مبطنةٍ بالخيش ؛ لمنع تسلخ الدرنات وإصابتها بالكدمات .

كما يجرى الحصاد آليًا فى المزارع الكبيرة فى مصر ، كما فى كل الأراضى الجديدة . ويوجد من آلات الحصاد ما هو ذو أمشاطٍ ثابتةٍ ، وتقوم بتقليع الدرنات فقط ، ومنها ما هو ذو أمشاطٍ دائريةٍ ، وتقوم إلى جانب تقليع الدرنات بتخليصها من كتل التربة، وبقايا النموات الخضرية .

ولا يمكن حصاد البطاطس آليًا إلا إذا كانت جميع العمليات الزراعية السابقة – من تحضيرٍ للتربة ، وزراعةٍ ، وترديم ، ومكافحةِ حشائش ، وقتلٍ للنموات الخضرية – قد أجريت بطريقةٍ صحيحةٍ. كما يجب مرور وقتٍ كافٍ بين قتل النموات الخضرية والحصاد ؛ ليتسنى تقسية جلد الدرنة ؛ حتى لا يتسلخ عند الحصاد .

## الأضرار التى قد تصاحب عملية الحصاد الآلي

يراعى عند الحصاد تجنب إحداث جروحٍ أو كدمات بدرنات البطاطس قدر المستطاع ؛ لأن هذه الجروح تؤدى إلى الأضرار التالية :

١ – تجعل نسبةً كبيرةً من المحصول غير صالحةٍ للتسويق .

٢ – تسمح بدخول المسببات المرضية إلى الدرنات .

٣ – تؤدى إلى زيادة معدلات فقد الماء من الدرنات ، وسرعة ذبولها .

٤ – تنتهى فترة السكون بسرعةٍ أكبر ؛ وبذا تنبت الدرنات المجروحة فى المخازن أسرع من الدرنات السليمة ( Twiss ١٩٦٣ ) .

وتصل نسبة الأضرار التى تحدثها عملية الحصاد الآلى إلى حوالى ١٠٪، وتكون فى صورة قطوعٍ ، وتشققاتٍ ، وخدوشٍ ، وتسلخاتٍ . ويمكن خفض نسبة هذه الأضرار إلى ٥٪ أو أقل من ذلك بمراعاة ما يلى :

١ – خفض أسلحة آلة الحصاد إلى ما تحت مستوى الدرنات فى التربة ؛ لتجنب قطعها للدرنات، ولضمان انتقالها إلى الآلة وهى على وسادةٍ من التربة ؛ ومن ثم تقل احتمالات خدشها .

٢ – المحافظة على سرعة آلة الحصاد بين ١,٦ و ٢,٤ كم/ساعة ( ٢٧,٤–٣٩,٦م/دقيقة ) .

٣ – المحافظة على سرعة حركة سلسلة الآلة (chain) عند نحو ثمانى دورات فى الدقيقة ( ٣٨,١–٤٥,٧م/دقيقة ) . وتعد السرعة العالية لسلسلة آلة الحصاد أهم العوامل المؤدية إلى زيادة نسبة الأضرار .

٤ – خفض اهتزاز سلسلة الآلة إلى أدنى مستوى ضرورىٍ ؛ مع عدم زيادة الاهتزاز إلا فى ظروف التربة والحصاد التى تستدعى ذلك .

٥ – شدّ سلسلة الآلة بما يكفى ؛ لمنع ارتخائها .

٦ – تغطية وصلات سلسلة آلة الحصاد ونهاياتها الحادة بالمطاط .

٧ – عدم زيادة الارتفاعات التى تسقط منها الدرنات عن ١٥ سم ؛ سواء أحدث ذلك فى آلة الحصاد ، أم عند انتقال الدرنات إلى سيارات النقل التى تنقلها إلى خارج الحقل (عن Kasmire ١٩٨٣) .

## التداول

تترك الدرنات معرضةً للهواء مدةً تتراوح بين ساعةٍ واحدةٍ ، وساعتين بعد التقليع؛

حتى تجف البشرة قليلاً ، ثم تجمع وتنظف مما يكون عالقًا بها من طين. ويلى ذلك فرز الدرنات ؛ لاستبعاد المصابة ، والمجروحة ، وغير المنتظمة الشكل .

## العلاج التجفيفى أو المعالجة

يكون الغرض من إجراء عملية العلاج التجفيفى curing هو تكوين طبقة فلينية جيدة على جلد الدرنة ، وعلى الأسطح المخدوشة ؛ لكى تحميها من الخدش والتجريح ، ومن الإصابة بالكائنات المسببة للعفن ، ومن فقد الرطوبة والانكماش . وتجرى هذه العملية للدرنات المكتملة التكوين .

أما البطاطس الجديدة ( البلية ) ، فإنها تنقل فور حصادها بعنايةٍ إلى مراكز التجميع ؛ حتى لا تتعرض هذه الدرنات – غير التامة النضج ، والسهلة التقشر – لدرجة الحرارة المرتفعة ، ولو لساعةٍ واحدةٍ خلال فترة الحصاد، والتى تكون فى شهرى مارس وأبريل (الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة المصرية ١٩٨٣).

## طرق إجراء عملية المعالجة

### ١ – تحت ظروف الحقل :

تجرى هذه العملية فى مصر فى جزء مستوٍ من الحقل، ينثر عليه السيفين ١٠٪ ، ثم يحدد المكان على شكل مستطيل بواسطة بالات من قش الأرز ، وتفرّغ فيه الدرنات من عبوات الحقل حتى ارتفاع ٨٠–١٠٠ سم ، ثم تغطى بعد ذلك بقش الأرز الجاف النظيف بسمك ٤٠–٥٠ سم ، مع تعفير طبقات القش بالسيفين ١٠٪ ، أو بالتومسيون فى حالة البطاطس المعدة للاستهلاك ، أو بالـ د. د. ت ١٠٪ بالنسبة للدرنات المعدة لتخزينها كتقاوٍ . ويراعى عدم تعفير الدرنات نفسها ؛ لأن هذه المبيدات تمنع التئام الجروح . وبعد الانتهاء من وضع القش يعفر من الخارج بأحد المبيدات المناسبة لطرد الفئران وفراش درنات البطاطس . وتستغرق عملية العلاج التجفيفى بهذه الطريقة مدة ١٠–١٥ يومًا . ويعرف انتهاء العلاج بصعوبة إزالة قشرة الدرنة بالإبهام .

ويعقُب العلاج التجفيفى فرز الدرنات مرة أخرى؛ لاستبعاد التالف والمصاب منها، ثم تعبأ الدرنات المعدة للاستهلاك المحلى مباشرةً فى عبوات التسويق أو التخزين . ومن الأهمية بمكان تجنُّب ترك الدرنات معرضةً لضوء الشمس المباشر ؛ حتى لا تصاب بالاخضرار ، ويجب – أيضًا – تجنُّب قذف الأجولة أو الأقفاص أو إسقاطها ، والإهمال فى

تداولها ؛ حتى لاتتعرض الدرنات للكدمات ، أو التجريح ، أو التسلخات ؛ فتصبح بذلك عرضةً للتلف أثناء الشحن أو التخزين .

**٢ – عند التخزين فى الثلاجات :**

تُجرى عملية المعالجة فى حالة تخزين الدرنات فى الثلاجات بالطريقة التالية :

يتم أولاً تجفيف الدرنات من أى رطوبةٍ حرةٍ قد توجد عليها ؛ وذلك بإمرار تيار من الهواء الدافئ نسبيًا حولها ، ويستمر ذلك لمدة ساعات ؛ لحين اكتمال عملية التجفيف السطحى . وهذه الخطوة ضرورية ؛ لأن الدرنات التى يوجد عليها ماء لاتستجيب لعملية المعالجة . وتكون أكثر تعرضًا للإصابة بالعفن . وتبدأ بعد ذلك عملية العلاج التجفيفى التى تستمر لمدة أسبوع ، تبقى خلاله الدرنات فى حرارة ١٠ْم–١٥ْم ، ورطوبة نسبية من ٨٥٪–٩٥٪ .

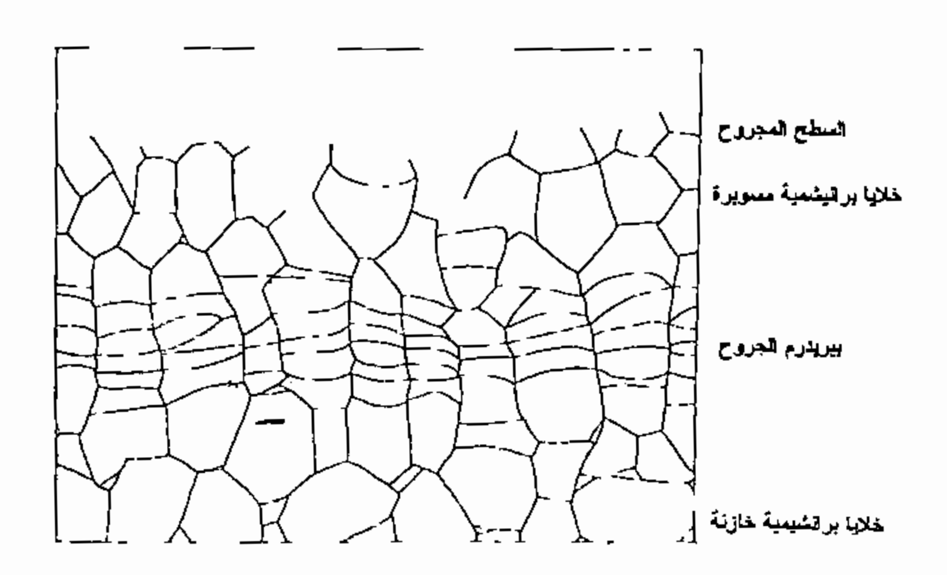
تعتبر هذه الظروف اختيارًا وسطًا بين الظروف التى تناسب درنات البطاطس ، وتلك التى تناسب سرعة اكتمال عملية المعالجة بتكوين بيريدرم الجروح وترسيب السيوبرين ، فكلاهما يكون أسرع فى حرارة ٢١ْم ، إلا أنه لا يُنصح بذلك ؛ حتى لاتتعفن الدرنات فى هذه الحرارة المرتفعة قبل إتمام عملية العلاج ، كما أن درنات البطاطس تناسبها رطوبة نسبية أقل من ٨٥٪ ، إلا أنه لا ينصح بذلك قبل انتهاء عملية المعالجة؛ لتقليل فقد الماء من الدرنات إلى أدنى مستوى ممكنٍ خلال تلك الفترة التى تفقد فيها الدرنات رطوبتها بسهولةٍ ، إلى أن يتكون بيريدرم الجروح ، ويترسب السيوبرين . وعلى الرغم من أن الرطوبة النسبية الأعلى من ٩٥٪ تقلل فقدان الماء بدرجةٍ أكبر ، إلا أنه لا ينصح بها حتى لا يتكثف الماء على الدرنات (Lutz & Hardenurg ١٩٦٨).

## تكوين بيريدرم الجروح

تستجيب درنات البطاطس للأضرار التى تحدث بطبقة الجلد بتكوين ما يعرف ببيريدرم الجروح Wound Periderm فى موقع الضرر . يحمى هذا البيريدرم الدرنة من الإصابة بالكائنات الدقيقة ومن فقد الرطوبة .

فبعد حدوث الضرر مباشرةً تبدأ الخلايا تحت الجرح فى التسوبر واللجننة ؛ حيث يترسب السيوبرين بامتداد الجدر الخلوية ، وينغمد اللجنين فى الصفيحة الوسطى ويبدأ فى الوقت ذاته ظهور جدرٍ خلويةٍ جديدةٍ موازيةٍ للسطح المجروح فى عددٍ قليل من

الخلايا التى توجد تحت مستوى السطح المجروح (تحت الخلايا التى تتسوبر جدرها). ويعد ذلك بداية عملية تكوين الفللوجين phellogen أو الكامبيوم الفلينى cork cambium ؛ الذى يكون مسئولاً عن تكوين الخلايا الجديدة ؛ وهى : بيريدرم الجروح نحو الخارج ، وفيللودرم phelloderm – أحيانًا – نحو الداخل (شكل ١٠-١).




شكل ( ١٠-١ ) : بيريدرم الجروح .

ويعد التكوين السريع والكامل لبيريدرم الجروح أمرٌ حيويًا لبقاء الدرنات بحالةٍ جيدةٍ ؛ وذلك لأنها تتعرض – دائمًا – لأضرارٍ كثيرةٍ أثناء حصادها وتدريجها ، فإن لم تُستهلك فى الحال وجب علاجها لتكوين هذا البيريدرم (عن Van der Zaag ١٩٩١ ، و Thomson وآخرين ١٩٩٥) .

### العوامل المؤثرة فى كفاءة عملية المعالجة

يتأثر التئام الجروح عند إجراء عملية المعالجة بالعوامل التالية :

#### ١ – نوع الجرح :

يتكون البيريدرم عميقًا فى أنسجة الدرنة تحت الخدوش ، بينما يتكون بيريدرم الجروح Wound periderm على الأسطح المقطوعة مباشرة .

كما يتكون بيريدرم الجروح فى حالة الخدوش السطحية بصورة أبطأ مما فى حالة القطوع .

٢ – عمر الدرنات :

تقل قدرة الدرنات على تكوين بيريدرم الجروح مع تقدمها فى العمر بعد الحصاد ، ومع زيادة فترة التخزين ( Thomson وآخرون ١٩٩٥ ) .

٣ – الصنف :

تختلف الأصناف فى سرعة تكوينها لبيريدرم الجروح .

٤ – درجة الحرارة :

تزداد سرعة تكوين بيريدرم الجروح بارتفاع درجة الحرارة ما بين ٢,٥ و ٢١°م .

وبينما تستغرق عملية سوبرة الخلايا التى تقع تحت الجروح مباشرة بين ثلاثة أيام وستة أيام فى حرارة ٢٠°م، فإنها تتطلب ٧ أيام–١٤ يومًا فى حرارة ١٠°م ، و ٣ أيام – ٦ أسابيع فى حرارة ٥°م. وبالمثل .. تستغرق عملية تكوين بيريدرم الجروح ٣–٥ أيام فى حرارة ٢٠°م ، و ٧أيام–١٤ يومًا فى حرارة ١٠°م ، و ٤ أسابيع فى حرارة ٥°م .

٥ – الرطوبة النسبية :

يقل تكوين البيريدرم فى كل من الرطوبة النسبية الشديدة الانخفاض والشديدة الارتفاع على حدٍ سواء ؛ لأن السطح المجروح يجف فى الرطوبة المنخفضة ، وتتكون قشرة crust تمنع أو تؤخر كثيرًا تكوين البيريدرم . أما فى الرطوبة العالية جدًا ، فتتكون على الأسطح المقطوعة تجمعات من الخلايا تعوق تكوين البيريدرم .

وبينما تعد رطوبة نسبية مقدارها ٩٨٪ مثالية لالتئام الجروح فى حرارة ١٠°م ، فإن الالتئام لم يكن سريعًا فى رطوبةٍ نسبيةٍ أقل من ٩٠٪ ، ولكن فى حرارة ٢٠°م تتساوى سرعة التئام الجروح فى أية رطوبةٍ نسبيةٍ تزيد على ٧٠٪ (عن Brecht ١٩٩٥) .

٦ – تركيز غاز الأوكسجين :

يتوقف ترسيب السيوبرين وتكوين البيريدرم فى غياب الأوكسجين . وتزداد سرعة كلتا العمليتين بزيادة تركيز الغاز حتى ٢١٪ ، لكن تكوين البيريدم لا يبدأ قبل أن يصل تركيز الغاز إلى ٣٪–٥٪، بينما يترسب السيوبرين بدرجةٍ قليلةٍ ابتداء من تركيز ١٪ .

٧ – تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون :

تؤدى التركيزات العالية من الغاز ( من ٥٪–١٥٪ ) مع التركيز العادى للأوكسجين (٢١٪) إلى منع تكوين البيريدرم ، وخفض ترسيب السيوبرين .

٨ – مانعات الإنبات Sprout inhibitors :

تؤدى المعاملات التى تمنع تنبيت الدرنات أثناء التخزين إلى تثبيط تكوين بيريدرم الجروح ، سواء أكانت هذه المعاملات فيزيائية مثل التعرض لأشعة جاما ، أم كيميائية مثل المعاملة بإستر الميثايل لنفثالين حامض الخليك methyl ester of napthalenacetic acid ( Burton ١٩٧٨ ) .

## التدرج

تدرج درنات البطاطس حسب الحجم بواسطة آلات خاصة ، ويجرى ذلك قبل التسويق؛ وهو الذى قد يكون بعد الحصاد مباشرة ، أو بعد التخزين . ويجب فى الحالة الأخيرة رفع درجة حرارة الدرنات إلى ١٠°م قبل إجراء عملية التدريج ؛ لأن إجراءها وهى باردة يجعلها أكثر عرضة للتجريح وللإصابة بالتبقع الأسود الداخلى .

ويتم أثناء التدريج تقسيم البطاطس إلى رتب لا تتجاوز فيها العيوب الشكلية حدودًا معينةً. وقد بين المُشرّع المصرى تفاصيل هذه الرتب فى قانون تصدير البطاطس ( يراجع لذلك الجزء الأخير من هذا الفصل ) . أما الرتب الدولية للبطاطس بمواصفاتها المفصلة ، والمزودة بالصور الملونة، فيمكن الإطلاع عليها فى Org. Eco. Coop. & Dev. (١٩٧٧)، كما لخص Seelig (١٩٧٢) رتب البطاطس ومواصفاتها فى الولايات المتحدة الأمريكية .

## المعاملة بمثبطات التبرعم

من أهم المركبات التى تستخدم على نطاقٍ تجارىٍ فى منع تزريع الدرنات (Sprout Inhibitors) أثناء التخزين ، بما يسمح بتخزين البطاطس فى حرارةٍ مرتفعة نسبيًا تؤخر تراكم السكر فى الدرنات ، ما يلى :

١ – الماليك هيدرازيد Maleic Hydrazide :

يكتب اختصارًا MH؛ وهو ملح البوتاسيوم كمركب 1,2,dihydro-3,6-pyridazinedione .

ولا يستعمل الماليك هيدرازيد maleic hyrazide إلا فى الحقل ؛ حيث ترش به النباتات وهى مازالت خضراء بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون وبمعدل حوالى كيلو جرامٍ واحدٍ من المادة لكل فدانٍ قبل الحصاد بنحو ٤-٧ أسابيع. وإذا أجريت المعاملة فى الموعد المناسب، فإنها تكون فعالة للغاية فى منع التزريع فى المخازن لمدة خمسة شهور على الأقل، لكن المعاملة المبكرة تؤدى إلى نقص المحصول، وزيادة نسبة الدرنات المشوهة، كما لا تكون المعاملة المتأخرة فعالةً فى منع التزريع .

وأفضل وقتٍ للمعاملة إما بعد سقوط البراعم الزهرية مباشرةً ، وإما حينما يبلغ قطر الدرنات حوالى ٢,٥-٥ سم حسب الصنف . وقد نجحت المعاملة بالماليك هيدرازيد فى تثبيط إنبات براعم جميع الأصناف ويُحدث الماليك هيدرازيد تأثيره من خلال منعة لتمثيل البروتين والأحماض النووية ؛ ومن ثم منع انقسام الخلايا .

وللمعاملة بالماليك هيدرازيد مميزات أخرى ؛ منها ما يلى :

أ - زيادة الكثافة النوعية للدرنات .

ب - خفض تراكم السكريات المختزلة فى الدرنات ، والفقد فى وزنها أثناء التخزين .

جـ - منع إنبات الدرنات الصغيرة التى تترك فى الحقل عند الحصاد ؛ ومن ثم تجنب انتشار الأمراض الفيروسية - التى قد تحملها - فى موسم الزراعة التالى .

ومن عيوب المعاملة بالماليك هيدرازيد أنها تؤدى إلى زيادة الجلوكوز فى الدرنات المخزنة على ٥°م بدرجة أعلى من تلك المخزنة فى نفس الحرارة ، ولكن بدون معاملة (Gichohi & Pritchard ١٩٩٥) .

٢ - مركب سى أى بى سى ( كلوربروفام ) :

يعرف هذا المركب تجاريًا باسم كلوربروفام Chlorpropham ؛ وهو أيزوبروبايل-٣-كلوروفينايل كاربامات isopropyl 3-chlorophenylcarbamate، ويكتب اختصاراً : CIPC .

تؤدى المعاملة إلى منع التزريع نهائيا فى المخازن ( لمدة تزيد على ثلاثة شهور ) عندما تكون ظروف التخزين جيدةً . وتجرى المعاملة بالمركب بإحدى الطرق التالية :

أ - تعفيرًا أثناء دخول الدرنات فى المخازن .

ب – تبخيرًا فى المخازن، مع ضرورة التحكم فى التهوية وسرعة الهواء ؛ لضمان توزيع المادة جيدًا .

جـ – بغمر الدرنات فى محلولٍ مائيٍ ، أو مستحلب شمعيٍ من المادة بتركيز ٠,٥٪ قبل التخزين ، أو أثناء الغسيل والتدريج قبل التعبئة .

د – تعبئة الدرنات فى أكياسٍ ورقيةٍ ذات أسطحٍ داخليةٍ معاملةٍ بالمادة . ويكفى ٢٠–٣٠ جم من المادة لكل طنٍ من الدرنات .

وتعتبر المعاملة بالتبخير أفضل الطرق ، وتجرى بتسخين المركب مع الاستعانة بموّلد ضباب aerosol generator لحقن المركب كغازٍ فى هواء المخزن . ويلزم تواجد المركب بتركيزٍ لايقل عن ٢٠ جزءًا فى المليون فى قشرة الدرنة ؛ لوقف إنبات البراعم .

ويحدث المركُب تأثيره من خلال منعه لتمثيل البروتين .

ومن بين التأثيرات الأخرى المفيدة التى تحدثها المعاملة بالسى آى بى سى تقليل الفقد فى الوزن ، وتثبيط أيض السكروز ، ومنع فقد فيتامين ج أثناء التخزين .

ويعيب مادة الـ CIPC أنها تمنع تكوين بيريدرم الجروح ، وتمنع انقسام الخلايا تحت الأسطح المقطوعة مباشرةً ، وتقلل من ترسيب السيوبرين ؛ الأمر الذى يزيد من فرصة إصابة الدرنات المعاملة بالعفن ، إلا إذا أجريت المعاملة بعد بضعة أسابيع من الحصاد حينما يكتمل التئام الجروح .

كذلك قد تحفز التركيزات المنخفضة جدًّا من المركب نمو البراعم داخليًّا Internal Sprouts ، وذلك عيب فسيولوجى ، وتظهر هذه الحالة أحيانًا عندما تؤدى المعاملة إلى موت البرعم الطرفى دون التأثير على البراعم الأخرى (عن Weaver ١٩٧٢).

**٣ – مركب آى بى سى ( بروفام ) :**

يعرف البروفام Propham بالاسم الكيميائى أيزو بروبايل-٣-فينايل كاربامات isopropyl 3-phenylcarbamate (يكتب اختصارًا : IPC)؛ وهو قد يستعمل منفردًا، أو مع الكلوربروفام ( CIPC ) بعد خلطهما معًا بنسبٍ متساويةٍ بمعدل ١ جم من المخلوط لكل طنٍ من الدرنات . ويلزم إجراء عملية العلاج التجفيفى للدرنات ؛ للمساعدة على التئام الجروح فيها قبل معاملتها بهذين المركبين ؛ لأنهما يمنعان تكوين بيريدرم الجروح .

وتؤدى المعاملة بالبروفام إلى منع تزريع الدرنات لمدة لاتقل عن ثلاثة شهور. وعندما عوملت الدرنات بمخلوط المركبين معًا فى صورة مسحوقٍ ، لم يتبق فيها – بعد شهرٍ من المعاملة – سوى آثارٍ من البروفام . ولكن عندما عوملت الدرنات بالكلوربروفام فقط – على صورة ضبابٍ aerosol – وجدت آثار من كلا المركبين – بروفام وكلوروبروفام – بعد انتهاء فترة التخزين، وأدى تقشير البطاطس قبل تقدير متبقيات المركبين إلى نقص تركيزهما بدرجةٍ كبيرةٍ (Conte وآخرون ١٩٩٥).

٤ – مركب تى سى إن بى TCNP :

كان الهدف من استعمال مركب تتراكلورونيتروبنزين 2,3,5,6-tetrachloro-1-nitrobenzene فى بداية الأمر هو مكافحة فطر *Rhizoctonia solani* على نموات الدرنات التى تستخدم كتقاوٍ. وقد طورت المعاملة بعد ذلك؛ لمنع تزريع الدرنات فى المخازن التى لا يمكن خفض حرارتها عن ٧°م . ويستعمل المركب فى صورة التحضير التجارى فيوزاركس Fusarix، بمعاملة كلٍّ من الدرنات المعدة للاستهلاك ، وتلك المعدة لاستعمالها كتقاوٍ عندما تكون فترة سكونها قصيرةً؛ ذلك لأن المركب لا يوقف إنبات البراعم بصورةٍ نهائيةٍ. يستعمل هذا المركب تعفيرًا بمعدل ١٠٠ جم من المادة الفعالة لكل طنٍّ من الدرنات أثناء وضع المحصول فى المخازن ويحتوى التحضير التجارى تكنازين technazine على ٥٪ من المادة الفعالة . وتوقف المعاملة إنبات البراعم لفترةٍ كبيرةٍ . وتؤدى تهوية الدرنات لعدة أسابيع إلى تخليصها من المركب ، واستعادة مقدرتها على الإنبات؛ لذا .. يمكن استعماله فى معاملة تقاوى البطاطس عند الرغبة فى تخزينها بدون تزريع . ومن بين جميع المركبات المستعملة فى معاملة الدرنات بعد الحصاد لمنع تزريعها ، نجد أن الـ TCNB يعد المركب الوحيد الذى لا يؤدى استعماله إلى زيادة نسبة الدرنات التى تصاب بالعفن إذا أجريت المعاملة قبل التئام الجروح (Ewing وآخرون ١٩٦٧) .

٥ – مركب إم إى إن أى MENA :

يعرف هذا المركب بالاسم الكيميائى مثايل إستر نفثالين حامض الخليك methyl ester of napthaleneacetic acid ( اختصارا : MENA ) ، وهو يستعمل على صورة مسحوقٍ بمعدل ٢٥–٥٠جم منه لكل طنٍّ من الدرنات حسب طريقة المعاملة ، وفترة التخزين المرغوبة ، فقد تجرى المعاملة بواسطة تعفير الدرنات مباشرةً بمعدل ٢٥ جم لكل طنٍّ من الدرنات بعد خلط المادة ببودرة التلك ، أو بالتربة الناعمة ؛ لضمان تجانس توزيعها .

ويفضل استعمال التربة ؛ لأن اللون الأبيض الذى تتركه البودرة لا يكون مرغوبًا فيه . وقد تتم المعاملة بتشبيع نوعٍ خاصٍ من الورق بالمركب ، ثم يخلط بالدرنات بمعدل ٥٠ جم من المادة لكل طنٍ من الدرنات ؛ ذلك لأن المركب يتحول إلى الصورة الغازية فى حرارة الغرفة ( عن Stalkneet ١٩٨٣ ) .

كما يمكن إدخال المركب فى صورةٍ غازيةٍ مع الهواء الخارجى المستعمل فى التهوية، مع وقف إدخال أى هواء خارجىٍ إضافىٍ لمدة ٢٤-٤٨ ساعة بعد المعاملة، ولكن مع تشغيل أجهزة التهوية لتحريك الهواء داخل المخزن ؛ وذلك لضمان وصول المركب إلى جميع الدرنات فيه (Talburt & Smith ١٩٥٩) .

هذا .. وليس للمعاملة بهذه المادة أى تأثيرٍ على طعم الدرنات، أو صلاحيتها للاستهلاك، لكن عيبها الرئيسى هو أنها تمنع تكوين بيريدرم الجروح ؛ مما يزدي من فرصة تعفن الدرنات إذا جرحت بعد إجراء عملية العلاج التجفيفى. ولاتعامل الدرنات المعدة لاستعمالها كتقاو بهذه المادة ، لكن يمكن تنبيت الدرنات المعاملة بغسلها بالماء والصابون ، ثم معاملتها بالإيثيلين كلوروهيدرين (عن Avery وآخرين ١٩٤٧).

٦- مركب نونانول Nonanol :

يوجد مركب ٣-٥-٥ تراى ميثايل هكسان-١-أول 3-5-5-trimethylhexan-1-ol (نونانول) فى صورةٍ سائلة؛ وهو يستعمل على صورة بخار بتركيز ٠,١ ملليجرام/لترٍ من الهواء الذى يدفع فى جو المخزن بمعدل ١٠م$^{3}$/طن من الدرنات/ساعة. ويظل تأثير المعاملة ساريًا لمدة ٢-٣ أسابيع بعد انتهائها، وبداية تهوية المخازن؛ وعليه فإنه يمكن الاقتصاد فى استعماله بإجراء المعاملة لمدة أسبوعين ، يعقبها أسبوعان بدون معاملةٍ ، وهكذا . ويلزم ٣٥ كجم من المركب لكل ١٠٠ طنٍ من الدرنات لكل أسبوعين من المعاملة (Burton ١٩٧٨) .

٧- مركبات أخرى :

من المركبات الأخرى التى استعملت بنجاحٍ فى منع تزريع الدرنات فى المخازن ما يلى:

أ - مركبات تستعمل على صورة أبخرة ؛ مثل :

| | | |
|---|---|---|
| nonyl alchol | propargyl alchol | decyl alchol |
| dipropargyl ether | 2, 5, 5-trimethyl-1-1-hexanol | |

ب – مركبات تستعمل رشًا على الدرنات ؛ مثل :

**2-ethyl hexanol** **2-ethyl butanol**

٨ – المستخلصات النباتية الطبيعية :

أحدثت المعاملة بالزيوت المستخلصة من كلٍ من الخزامى ( اللافندر lavender ) *Lavandula angustifolia* ، وحصى البان ( الروزمارى rosemary ) *Rosmarinus afficinalis* ، والمريْمَيَة أو القصْعين ( السيج Sage ) *Salvia fruticosa* .. أحدثت جميعها تثبيطًا لإنبات براعم درنات البطاطس التى عوملت بها، كما أحدثت المعاملة بالأعشاب ذاتها تأثيرًا مماثلاً للمعاملة بالزيوت المستخلصة منها. وكان التأثير المثبط مؤقتًا؛ حيث أنبتت البراعم بصورةٍ طبيعيةٍ بعد زوال تأثير المعاملة (Vokou وآخرون ١٩٩٣) .

كذلك وجد أن مركب الكارفون carvone الذى يتوفر فى زيوت بذور الكراوية والشبت قادر على تثبيط إنبات براعم درنات البطاطس بنفس كفاءة المعاملة بالـ IPC ، أو بالـ CIPC . وقد امتد تأثير المعاملة لفترةٍ طويلةٍ دامت لمدة ٢٥٠ يومًا، انخفض بعدها تركيز المركب فى الدرنات المعاملة إلى جزءٍ واحدٍ فى المليون ، ولكن أمكن للبراعم أن تنبت بعد زوال أثر المعاملة التى يعتقد أنها ثبطت نشاط إنزيم hydroxymethylglutaryl-CoA reductase (Hartmans وآخرون ١٩٩٣) .

ويستعمل الكارفون حاليًا فى أوروبا تحت الاسم التجارى تالنت Talent ؛ لمعاملة البطاطس المعدة للاستهلاك الطازج، أو لأجل استعمالها كتقاوٍ؛ بهدف منع تزريعها أثناء التخزين ، كما تجرى محاولات لاستعمال المركب كمبيدٍ فطرىٍ لمكافحة كلٍ من الجرب، وعفن فوما ، والعفن الجاف .

## التخزين

تخزن البطاطس بطريقتين رئيسيتين ؛ هما التخزين فى النوالات وفى الثلاجات . ويجب ألا تخزن سوى الدرنات المكتملة النضج والمفروزة جيدًا .

### التخزين فى النوالات

النوالة عبارة عن بناءٍ مظللٍ يسمح بمرور الهواء بُحريةٍ من جوانبه ، ومن السقف

أيضا ، دون أن تتعرض الدرنات لضوء الشمس المباشر . تبنى الجدران من الطوب اللبن المرصوص بالتبادل بطريقةٍ تسمح بنفاذ الهواء جيدًا ، وتحمل الأسقف على أعمدة خشبية، وتغطى بالحصير والحطب أو القش بسمكٍ لا يقلٍ عن ٢٥ سم. وتوجد معظم النوالات في المحافظات الشمالية لدلتا النيل ؛ حيث تنخفض درجة الحرارة نسبيًا .

تُطهَّر النوالات أولاً قبل استعمالها فى تخزين البطاطس بالسيفين ١٠٪ ، أو بمبيدٍ آخر مناسبٍ لمقاومة فراش درنات البطاطس والفئران .

وعند التخزين تكوم الدرنات فى النوالة فى " مراود " يبلغ عرضها من أسفل ٢م، وارتفاعها ١,٥ م ، وبطول النوالة ، ويجب أن يتم التكويم بطريقةٍ تسمح بدخول الهواء بحريةٍ من الجهة التى تهب منها الرياح، وبعد ذلك تغطى الأكوام بقش الأرز بارتفاع ٣٠-٥٠ سم ، وترش طبقات القش بمبيدٍ مناسبٍ؛ مثل السيفين ١٠٪ ، أو الأكتلك ٢٪ ، أو الثومسيون ٣٪ .

تبقى الدرنات مخزنةً فى النوالات من وقت حصاد المحصول الصيفى فى مايو ويونيو إلى وقت زراعة العروة الخريفية فى أغسطس وسبتمبر . ويراعى الكشف على الدرنات المخزنة شهريًا ؛ للتأكد من خلوها من الإصابات المرضية والحشرية، مع فرزها وحرق الدرنات المصابة إن وجدت .

وتختلف أصناف البطاطس كثيرًا فى مدى صلاحيتها للتخزين فى النوالات ؛ فنجد – مثلاً – أن الأصناف بركة ، وديزرية ، وباترونس ، ودراجا ، وألفا .. تخزن بصورةٍ جيدةٍ فى النوالات ، بينما لا تتحمل أصناف مثل نيكولا ، واسبونتا ، وإسنا ظروف النوالات .

وتجدر الإشارة إلى أن الفقد فى الدرنات الذى يحدث أثناء التخزين فى النوالات قد يزيد على ٢٠٪ مقابل نسبة فقد لا تزيد على ٣٪ عند التخزين فى الثلاجات .

ويمكن تقليل الفاقد فى الدرنات المخزنة فى النوالات بمراعاة ما يلى :

١ – جعل فتحات التهوية سفليةً ( من تحت الدرنات مع فرش الدرنات على شباكٍ سلكيةٍ دقيقةٍ ) وعلويةٍ ( من السقف ) فقط ؛ وبذلك يخرج الهواء الدافئ من أعلى ، ويحل محله هواء بارد من أسفل يمر جبريًا من بين الدرنات .

٢ – طلاء النوالة من الخارج باللون الأبيض لعكس الضوء .

٣ – وضع مصائد جنسية ( فرمونات ) وضوئية داخل النوالات (عن وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٤) .

## التخزين فى الثلاجات

### درجات الحرارة والرطوبة النسبية المناسبة

تجرى أولاً عملية العلاج التجفيفى التى تستمر لمدة أسبوع فى حرارة ١٠°م–١٥°م ، ورطوبةٍ نسبيةٍ تتراوح بين ٨٥٪– و ٩٥٪. وبعد ذلك تخفض الرطوبة النسبية إلى ٨٥٪، وتخفض درجة الحرارة تدريجيًا على مدى بضعة أسابيع إلى درجة الحرارة المناسبة للتخزين ؛ وهى ٣°م–٤°م ، إلا أن الدرجة المثلى للتخزين تتوقف على المدة المطلوبة للتخزين ، وعلى نوعية الاستعمال للمحصول المخزن .

وعمومًا .. فهذه الظروف (أى درجة حرارة ٣°م–٤°م ، ورطوبة نسبية ٨٥٪) تناسب تخزين درنات البطاطس لمدة ستة أشهر أو أكثر بحالةٍ جيدة ، وبدون تزريع. ولا ينصح بزيادة درجة الحرارة عن ٤°م ، حتى لو كانت الدرنات فى حالة سكونٍ ؛ لأن الحرارة المرتفعة تزيد من فرصة فقد الرطوبة وانكماش الدرنات ، بالإضافة إلى أنها تسرع من كسر حالة السكون وتزريع الدرنات ؛ مما يؤدى إلى زيادة معدل انكماشها ؛ لأن التزريع يصاحبه انتقال المواد الكربوهيدراتية من الدرنات إلى النموات الجديدة ، وزيادة التنفس ، مع فقد الرطوبة من هذه النموات بالنتح ، كما أن ارتفاع درجة الحراة لفترات طويلة يؤدى إلى إصابة الدرنات بالقلب الأسود .

ومن جانبٍ آخر يجب الحذر من انخفاض درجة الحرارة لفترات طويلةٍ عن ٣°م ؛ حتى لا تتعرض الدرنات لأضرار البرودة أو أضرار التجمد. وتحدث أضرار البرودة عندما تتعرض الدرنات لحرارة ١,٧°م لمدةٍ طويلةٍ ، وتتجمد الدرنات فى حرارة –١,٧°م .

وتعتبر الرطوبة النسبية التى ينصح بها – وهى ٨٥٪ – قيمةً وسطًا بين الهواء المشبع ، أو القريب من التشبع بالرطوبة ، وبين القيم الأقل التى تزيد فيها سرعة فقد الماء من الدرنات . ويؤدى اقتراب الهواء من التشبع بالرطوبة إلى احتمال تَكَثُّف بخار الماء على الدرنات الباردة عند حدوث أى انخفاضٍ فى درجة حرارة المخزن؛ فمثلاً إذا كانت درجة حرارة المخزن ١٥,٥°م (٦٠° ف)، ورطوبته النسبية ٥٠٪، فإن هواء المخزن يحتوى على ٠,٠٢٥ رطلاً من بخار الماء/ ٦٠ قدمًا مكعبًا من الهواء، ويحتاج هذا الهواء

إلى ٠,٠٥ رطلاً أخرى/٦٠ قدمًا مكعبة ، حتى يصل إلى درجة التشبع الرطوبى فى هـــذه الدرجة ، أما إذا انخفضت حرارته إلى ٤,٤°م (٤٠°ف) ، فإنه يتخلص من نصف محتـــواه من الرطوبة بالتكثف على الدرنات الباردة .

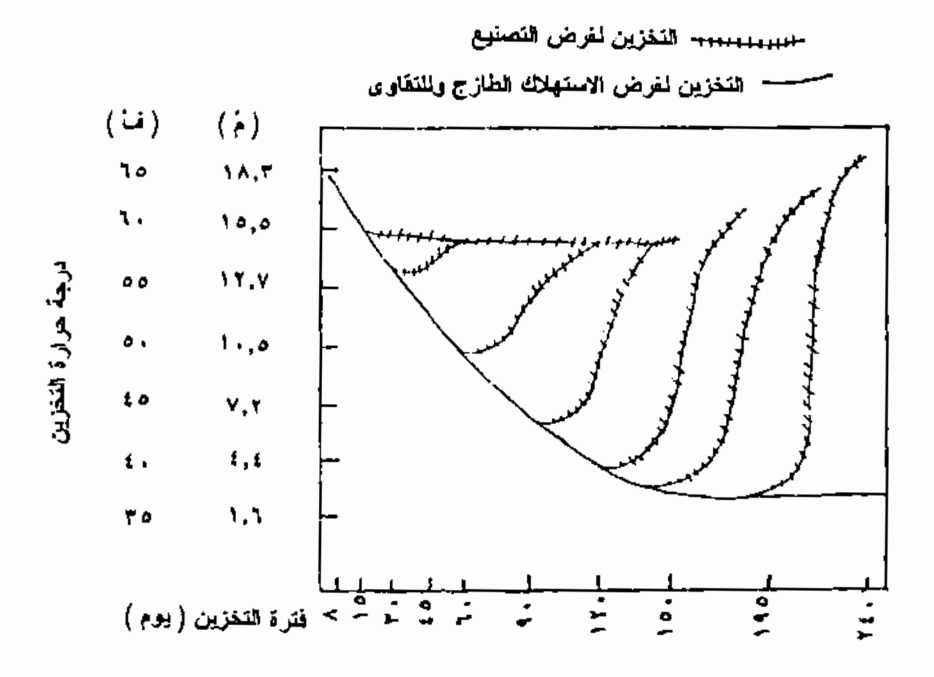
## تنظيم درجة حرارة المخزن حسب مدة التخزين والهدف منه

من الضرورى تنظيم درجة حرارة المخزن حسب مدة التخزيـــن ونوعيـــة الاســـتعمال المتوقعة للمحصول المخزن؛ فحرارة ١٣°م-١٥°م تناسب تخزين الدرنات لمدة ١٥ يومًـــا بعد الحصاد مباشرة ؛ حيث تجرى خلالها عملية العلاج التجفيفى . ويمكن تحزين الدرنات على هذه الدرجة لمدة ثلاثة أشهر قبل أن تبدأ فى التزريع، كذلك يمكن إطالة فترة التخزين على هذه الدرجة إلى ستة أشهر إذا عوملت الدرنات بمثبطات التبرعم .

ويقلل التخزين فى درجات الحرارة المنخفضة عن ذلك من صلاحية الدرنات لصناعـــة الشيبس ، إلا أن فترة التخزين تكون أطول ؛ لذا يوصى دائمًا بخفض درجة حرارة المخزن لمعظم فترة التخزين ، ثم رفعها تدريجيًا ؛ بحيث تتعرض لحرارة ١٣-١٥°م لمـــدة ٤-٦ أسابيع قبل إخراج الدرنات من المخازن للاستعمال ، كما يمكن رفع درجة الحـــرارة إلـــى ٢١°م لفترة قصيرة قبل استعمال الدرنات . وبرغم أن هذا الارتفاع التدريجى فـــى درجـــة الحرارة يحدث تلقائيًا أثناء التدريج والشحن والتسويق، إلا أنه يفضل رفع درجة حـــرارة المخازن قبل تداول الدرنات لتقليل فرصة تجريحها قدر المستطاع ؛ لأن الدرنات البـــاردة تكون أكثر عرضةً للتجريح والخدش . وتجدر الإشارة إلى أن رفع درجة حرارة الدرنـــات المخزنة قبل استعمالها يحسن أيضًا من صلاحية الدرنات للطهى أو للاســـتعمال كتقـــاوٍ . ويوضح شكل ( ١٠-٢ ) درجات الحرارة المناسبة لتخزين درنات البطاطس للأغـــراض المختلفة لفترات مختلفة .

## تخزين التقاوى

يوصى بأن يكون تخزين الدرنات المعدة لاستعمالها كتقاوٍ فى وجود ضوء غير مباشر؛ حيث يفيد ذلك – مقارنةً بالتخزين فى الظلام – فى زيادة أعداد البراعم النابتة وقصرها ، مع خفض الفقد فى وزن الدرنات المخزنة، وتقليل عدد الأيام اللازمة لاستكمال إنباتها بعد الزراعة، وزيادة المحصول الناتج منها بنسبة حوالى ١٨٪ (جدول ١٠-١) (Salunkhe & Desai ١٩٨٤) .




شكل ( ١٠-٢ ) : درجات الحرارة المناسبة لتخزين درنات البطاطس للأغراض المختلفة لفترات مختلفة .

جدول ( ١٠-١ ) : تأثير الضوء غير المباشر Diffused Light أثناء تخزين تقاوى البطاطس على نوعيتها ، والمحصول الذى ينتج من زراعتها .

| الصفة | التخزين فى الضوء غير المباشر | التخزين فى الظلام |
|---|---|---|
| الحالة بعد ٦ شهور من التخزين | | |
| طول النموات Sprouts ( سم ) | ١,٨ | ٢١,٧ |
| عدد النموات/درنة | ٣,٤ | ١,٤ |
| الفقد الكلى أثناء التخزين (٪) | ٩,٩ | ٢٠,٣ |
| الوضع بعد الزراعة | | |
| عدد الأيام إلى الإنبات الكامل | ٣٠,٦ | ٣٨,١ |
| المحصول الكلى ( طن/هكتار ) | ٢٨,٨ | ٢٤,٦ |

وإلى جانب أهمية تعريض الدرنات المعدة لاستخدامها كتقاوٍ للضوء ، فإنها يجب أن تخزن فى حرارة ١٢ْم – أو أعلى من ذلك – لمدة شهرين قبل الزراعة ؛ لأن ذلك يبكر

إنباتها عند الزراعة ( Marinus ۱۹۹۲ ) . ويستدل من دراسات Jenkins وآخرين (۱۹۹۳) على أن تعريض التقاوى للحرارة العالية قبل زراعتها كان له تأثير إيجابى على إنبات البراعم ونموها ، والنمو الخضرى ، والمحصول المبكر الناتج منها ؛ وذلك بصورة أفضل مما لو كان تعريضها للحرارة المرتفعة قبل ذلك خلال فترة تخزينها .

وإذا ما زرعت التقاوى عقب خروجها مباشرةً من حالة السكون ، فإن تخزينها فى حرارة ٢٨ْم يكون أفضل لنموها بعد الزراعة من تخزينها فى حرارةٍ أقل من ذلك (Ittersum ۱۹۹۳) .

## إعادة التهيئة

يؤدى التخزين المستمر فى الحرارة المنخفضة إلى تراكم السكريات المختزلة فى الدرنات ؛ نتيجة لتحول النشا إلى سكرٍ ، مع انخفاض معدل التنفس فى هذه الظروف. ويكون هذه التراكم سريعًا فى حرارة صفر-٢,٥ْم ، وبدرجةٍ أقل فى حرارة ٢,٥-٣,٥ْم، ولكن يختفى هذا التراكم - عادةً - فى حرارة ٣,٨-٤,٤ْم (عن Rastovski & Van Es ۱۹۸۱) . ويقلل تراكم السكر من جودة الدرنات للاستعمال فى صناعة الشبس ، أو البطاطس المقلية ؛ لأن السكر المتراكم يتفاعل مع المركبات النيتروجينية عند القلى ، وينتج عن هذا التفاعل لون بنى غير مرغوبٍ . أما فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك (١٥ْم مثلاً) ، فإن النشا يتحول إلى سكرٍ أيضًا ، لكن السكر المتكون يستهلك أولاً بأولٍ فى التنفس. وتعرف عملية رفع درجة حرارة الدرنات المخزنة إلى ١٥ْم-٢٠ْم قبل استعمالها فى صناعة الشبس باسم إعادة التهيئة Reconditioning، وهى تُتبع مع معظم الأصناف (Smith ۱۹٦۸) .

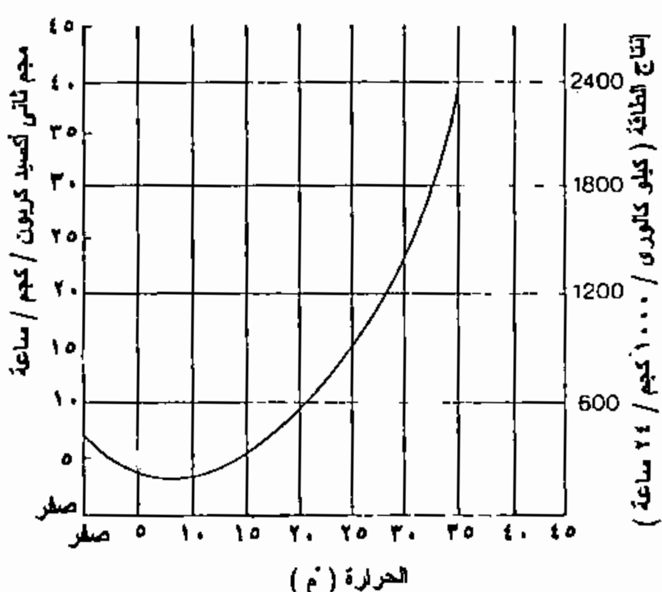
وقد وجد أن السكريات المختزلة التى تتراكم فى الدرنات خلال ٢٤ أسبوعًا من التخزين على ٥ْم أو ٦ْم يمكن أن تنخفض إلى درجةٍ مقبولةٍ للتصنيع ؛ وذلك بوضع الدرنات على حرارة ١٨ْم لمدة أسبوعين على الأقل قبل تصنيعها ، ولكن زيادة تلك الفترة إلى أربعة أسابيع تؤدى إلى زيادة الفقد من جرّاء التزريع (Gichohi & Pritchard ۱۹۹٥) .

كما وجد أن إعادة التهيئة Reconditioning بعد التخزين فى الحرارة المنخفضة تؤدى إلى زيادة معدل تنفس الدرنات بنحو ٢٠٠٪ ، ويتوافق ذلك مع الانخفاض فى محتوى الدرنات من السكريات المختزلة (Williams & Cobb ۱۹۹۲) .

## كفاءة التبريد

تتوقف احتياجات التبريد على عوامل عدةٍ ؛ من أهمها حرارة الهواء الخارجى، ومعدل تنفس الدرنات الذى يزداد - بشدةٍ - مع ارتفاع درجة الحرارة ( شكل ١٠-٣ ). ويكون معدل التنفس للدرنات الكاملة النمو غير المجروحة أو المخدوشة فى حرارة ٣٥°م أربعة أمثال معدل تنفسها فى حرارة ٢٠°م. ويزداد معدل التنفس عن الحدود المبينة فى الشكل إذا كانت الدرنات غير مكتملة التكوين ، أو إذا كانت قد أصيبت بأضرار ميكانيكيةٍ أثناء حصادها أو تداولها .

ويفترض فى الأجواء الحارة أن تتراوح كفاءة تبريد مخازن البطاطس بين ٤٠٠ كيلو جول kJ و ٥٠٠ كيلو جول لكل طنٍ من الدرنات فى الساعة ، وأن تتراوح قدرة المراوح بين ٠,٢٥ مترًا مكعبًا و ٠,٣٠ مترًا مكعبًا لكل كيلو جول من كفاءة التبريد المطلوبة . كما يجب عزل السقف والجدران بالقدر الكافى للحد من التوصيل الحرارى ؛ فلا يجب أن يزيد معامل توصيلها الحرارى على ٠,٢ واط W/م$^2$/كل درجةٍ مئويةٍ واحدةٍ من الفرق بين أعلى درجة حرارة يصل إليها الهواء الخارجى ودرجة حرارة التخزين المرغوب فيها ؛ ويعنى ذلك أن التدفق الحرارى Q يجب ألا يزيد على ٦-٨ واط / م$^2$ من الأسقف أو الجدران .

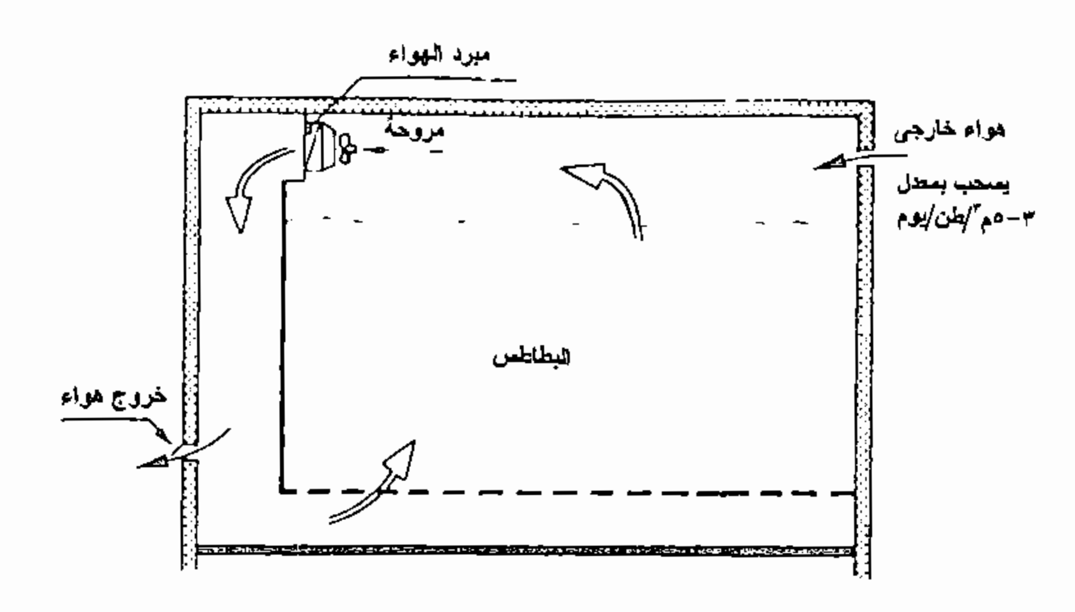



شكل ( ١٠-٣ ) : تنفس درنات البطاطس الكاملة غير المجروحة ، وإنتاجها من الطاقة الحرارية بالتنفس فى درجات الحرارة المختلفة .

## نظام التبريد والتهوية

يجب أن يتم التبريد بنظام الدفع الجبرى للهواء المبرد من خلال الدرنـــات المخزنـــة (شكل ١٠-٤) .

ولتجنب نقص الأكسجين فى هواء المخزن ، فإنه يجب سـحب الـهواء مـن خـارج المخزن إلى داخله بمعدل ٣-٥م$^3$ لكل طن من الدرنات المخزنة يوميًا ، وعندما تخرج من المخزن كمية مماثلة من الهواء الداخل فيه فإن ذلك يمنع تراكم ثـانى أكسـيد الكربـون الناتج من التنفس .




شكل ( ١٠-٤ ) : مقطع عمودى لمخزن بطاطس مبرد .

ولا يوصى بتخزين البطاطس فى الجو المعدل ؛ نظرًا لشدة حساسيتها لنقص الأكسجين الذى يؤدى إلى إصابتها بالقلب الأسود . وسواء أحدث القلب الأسود نتيجةً لنقص تركـيز الأكسجين ، أم زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون ، فإن الهواء المعدل يتوفـر فيـه كـلا العاملين . كما أن التهوية التى تعد ضروريةً فى مخازن البطاطس تتعـارض مـع مبـدأ التخزين فى الجو المعدل (Lougheed ١٩٨٧).

### قوة تحمل الجدران

يراعى عند تصميم المخازن أن تتحمل جدرانها ضغطًا يصل إلى ٦٠٠ كجم على المتر المربع، وهو الضغط الذى تتعرض له الأجزاء السفلى من جدران المخزن عند تخزين الدرنات فى كومات يصل ارتفاعها إلى ٣,٥ أمتار (عن Van der Zaag ١٩٩١) .

وللاطلاع على التفاصيل التكنولوجية المتعلقة بتصميم وإنشاء مخازن البطاطس المبردة .. يراجع Davis (١٩٨٠).

### طريقة وضع الدرنات فى المخازن

يمكن تخزين البطاطس وهى سائبة حتى ارتفاع ٣,٥ متر ؛ أى يكون تكويمها بمعدل حوالى ٢٥٠٠ كجم لكل مترٍ مربعٍ من أرضية المخزن .

وإذا خزنت الدرنات وهى معبأة فى أجولة، فلا تجوز زيادة ارتفاع الرصّات عن ثلاثة أمتار ؛ حيث تكون السعة التخزينية فى هذه الحالة حوالى ١٧٠٠ كجم/م$^{2}$ – وليس ٢١٠٠ كجم/م$^{2}$ – بسبب الفراغات التى توجد بين الأكياس .

ويجب – دائمًا – مراعاة عدم المغالاة فى عدد رصّات أجولة البطاطس ؛ ذلك لأن ارتفاع السقف يتراوح فى ثلاجات الدور الواحد بين خمسة أمتار وستة أمتارٍ ؛ مما قد يشجع على وضع ٢٠ رصّةً أو أكثر فوق بعضها ولكن ذلك لا يسمح بانخفاض الحرارة إلى الدرجة المطلوبة فى مركز البلوكات .

ويراعى كذلك ترك فراغاتٍ كافيةٍ بين الرصات ، والتحكم فى دفع الهواء البارد من خلالها ، وعدم خفض حرارة التبريد عن ٣°م ، وعدم ملامسة الدرنات فى الرصّات العلوية لمواسير التبريد .

## فسيولوجيا بعد الحصاد

يتسمر النشاط الفسيولوجى لدرنات البطاطس بعد الحصاد ، ويصاحب ذلك تغيرات كبيرة خارجية وداخلية ، وتغيرات أخرى فسيولوجية لايظهر تأثيرها إلا عند تصنيع الدرنات ، أو طهيها ، وهو ما سنتناوله بالدراسة فى هذا الجزء .

## تنفس الدرنات

يعتبر تنفس الدرنات أهم الأنشطة الفسيولوجية التى تحدث فيها ؛ وهو نشاط يميز كافة الأنسجة الحية من غير الحية ، ويؤثر فى عديدٍ من صفات الجودة .

ويتأثر معدل تنفس الدرنات بالعوامل التالية :

١ – درجة النضج : يكون أعلى معدلٍ للتنفس فى الدرنات التى تحصد بعد بداية تكوينها مباشرةً، ثم ينخفض معدل التنفس سريعًا فى الدرنات التى تحصد وهى أكبر حجمًا ، كما يستمر انخفاض التنفس فى الدرنات التى تحصد وهى فى المراحل القريبة من النضج ، وحتى اكتمال النضج .

٢ – فترة التخزين : يقل تنفس الدرنات تدريجيًا أثناء التخزين حتى بداية نمو البراعم، ثم يزداد ثانيةً .

٣ – درجة الحرارة : يزيد معدل التنفس بمقدار ضعفين مع كل زيادةٍ قدرها ١٠ درجات مئوية ما بين صفر و ٢٠ °م ، أى إن الـ $Q_{10}$ = ٢,٠ ، لكن تقديرات أخرى تشير إلى أنه قد يكون أقل من ذلك ( شكل ١٠-٣ ) .

٤ – تركيز غاز الأكسجين : ينخفض معدل التنفس مع انخفاض تركيز الغاز عن المستوى الطبيعى فى الهواء الجوى ، وهو ٢٠٪ .

٥ – تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون : يقل معدل التنفس بزيادة تركيز الغاز .

٦ – المركبات المثبطة والمحفزة للنشاط الحيوى : يتأثر معدل التنفس بالنقص أو بالزيادة عند المعاملة بهذه المركبات حسب نوعيتها .

٧ – الإيثيلين : تؤدى المعاملة بالإيثيلين إلى زيادة معدل التنفس .

٨ – الإشعاع : تؤدى المعاملة بأشعة جاما إلى زيادةٍ مؤقتة فى معدل التنفس ، تستمر لمدة أسبوعٍ ، ثم تنخفض إلى المعدل الطبيعى بعد ذلك .

٩ – نمو البراعم ( التنبيت ) : تصاحب نمو البراعم زيادة كبيرة فى معدل تنفس الدرنات .

١٠ – طريقة تداول الدرنات : يؤدى تداول الدرنات بخشونةٍ إلى حدوث زيادةٍ كبيرةٍ فى معدل تنفسها ( عن Burton ١٩٧٨ ).

## فقد الرطوبة

يتأثر فقد الدرنات للرطوبة أثناء تخزينها بالعوامل التالية :

١ – معدلات التسميد السابقة للحصاد :

تبعًا لـ Kolbe وآخرين (١٩٩٥) فإن الفقد فى الوزن فى الدرنات المخزنة على ٤ْم ورطوبةٍ نسبيةٍ لا تقل عن ٩٪ ازداد بزيادة التسميد الآزوتى أو البوتاسى قبل الحصاد ، ونَقُص بزيادة التسميد الفوسفاتى . كذلك وجد Kolsch وآخرون (١٩٩١) أن زيادة التسميد قبل الحصاد أضعفت من جودة البطاطس وصلاحيتها للتخزين، وتسببت فى زيادة معدل التنفس، والفقد الرطوبى، والتبرعم؛ ومن ثم الفقد فى الوزن .

٢ – الصنف : تختلف الأصناف فى سرعة فقدها للرطوبة ، وربما يرجع ذلك إلى اختلافها فى سمك طبقة البيريدرم .

٣ – النضج : يزداد فقد الماء من الدرنات غير الناضجة ، ويقل الفقد تدريجيًّا مع زيادتها فى النضج .

٤ – الجروح والخدوش : يزداد فقد الماء مع زيادة تجريح وخدش الدرنات أثناء تداولها .

٥ – البيريدرم : يقلل البيريدرم من فقد الدرنات للرطوبة .

٦ – الفرق فى ضغط بخار الماء water vapor pressure deficit بين أنسجة الدرنة والهواء المحيط بها ؛ فكلما ازداد هذا الفرق ، ازداد فقد الماء من الدرنات .

٧ – درجة الحرارة : كلما ارتفعت درجة الحرارة، انخفض ضغط بخار الماء فى الهواء المحيط بالدرنات ، وازداد فقد الرطوبة تبعًا لذلك .

٨ – التهوية : يزداد الفقد الرطوبى مع زيادة التهوية .

٩ – التنبيت : يؤدى نمو البراعم وتنبيت الدرنات إلى حدوث زيادةٍ كبيرةٍ فى فقد الماء بالنتح من هذه النموات ( عن Burton ١٩٧٨ ) .

## انكماش وذبول الدرنات

تنكمش الدرنات وتقل فى الوزن تدريجيًّا مع التخزين ؛ ويرجع ذلك إلى حدوث فقدٍ فى

كلٍّ من الرطوبة والمادة الجافة ، إلا أن الفقد فى الرطوبة يكون أكبر . ويصل إلـــى ٩٠٪ من جملة الفقد فى الوزن ، بينما يكون الفقد فى المادة الجافة نتيجة التنفس فـــى حـــدود ١٠٪ من الفقد فى الوزن الجاف .

ويزيد الفقد فى الرطوبة فى بداية فترة التخزين ؛ بسبب الجروح والتسلخات والكدمات التى تحدث فى بعض الدرنات، ويكون الفقد فى الرطوبة أكبر فى الدرنات غير الناضجـــة. ومع علاج الدرنات يترسب السيوبرين ، ويتكون بيريدرم الجروح ، ويقل فقـــد الدرنـــات للماء تدريجيًا . ومع انتهاء فترة العلاج التجفيفى يقل فقد الدرنات للماء بدرجةٍ كبـــيرةٍ . ولايوجد فرق بين أصناف البطاطس فى فقدها للرطوبة خلال هذه المرحلة . ومع استمرار التخزين . وبداية تزريع الدرنات يزداد الفقد مرةً أخرى ؛ نتيجةِ سهولة تبخر الماء مـــن النموات الجديدة. وتختلف الأصناف كثيرًا ، فى بداية تلك المرحلة ؛ نتيجة لاختلافها فـــى طول فترة السكون من جهة ، وفى سرعة نمو النبت الذى يزداد فقد الماء من خلاله مـــن جهةٍ أخرى. هـــذا .. ويزيد فقد الرطوبـــة أثناء التخزين عند انخفاض الرطوبة النســـبية أو ارتفاع درجة الحرارة ، أو زيادة التهوية .

يتبع الفقد فى المادة الجافة بالتنفس نفس مسلك الفقد فى الرطوبة ؛ فيكون مرتفعًا فى بداية فترة التخزين ، ثم ينخفض لفترةٍ حتى بداية التزريع؛ حيث يرتفع معدل التنفس مرةً أخرى؛ فبعد الحصاد مباشرةً يزيد معدل التنفس فى الدرنات غير الناضجة عنه فى الدرنات الناضجة؛ وذلك بسبب ارتفاع نسبة سكر السكروز فيها ، ولوجود علاقةٍ طردية مبـــاشرةٍ بين نسبة السكروز وسرعة التنفس. وتزيد الأضرار الميكانيكية من سرعة التنفس ؛ ومن ثم فإن وسيلة الحصاد تؤثر على سرعة التنفس ؛ لتأثيرها على نسبة الدرنات المصابـــة بالأضرار الميكانيكية. وبعد انتهاء فترة العلاج تنخفض سرعة التنفس بدرجةٍ كبيرةٍ ، لكن العلاقة تبقى طرديةً بين سرعة التنفس ودرجة حرارة التخزين . ويكـــون مقـــدار ســـكر السكروز المستخدم فى التنفس لكل جرامٍ من درنات البطاطس كما يلى :

| درجة الحرارة (مْ) | كمية السكروز المستهلكة فى التنفس ( ملليجرام/كجم درنات ) |
|---|---|
| صفر | ٢,٣ |
| ٣ | ٢,٨ |
| ٦ | ٣,٥ |
| ١٠ | ٤,٥ |
| ٢٠ | ٩,٥ |

يمكن القول إجمالاً بأن التنفس يؤدى إلى نقص الوزن الجاف للدرنات تحت ظروف التخزين الجيدة بنحو ٠,١٪ من المادة الجافة شهريًا .

ونظرًا لأن الفقد فى الرطوبة يكون بسرعةٍ أكبر من الفقد فى المادة الجافة بالتنفس؛ لذا تتحسن الكثافة النوعية للدرنات مع التخزين . وقد يعتبر انكماش الدرنات قليلاً خسارةً أو فائدةً للمنتج، ويتوقف ذلك على نوعية الاستعمال المتوقعة للبطاطس المخزنة؛ فعند التخزين لغرض الاستهلاك الطازج يعتبر أى فقدٍ فى الوزن خسارةً مباشرةً. وإذا زاد الفقد على ١٠٪ تنكمش الدرنات بوضوحٍ، وربما لا يمكن تسويقها، أو ربما يمكن بيعها بأسعارٍ مخفضةٍ ، أما عند التخزين لغرض التصنيع، فإن أى فقد فى الرطوبة يُحسن من نوعية الدرنات ؛ وذلك بما يُحدثه فقد الرطوبة من زيادة فى الكثافة النوعية ، لكن زيادة نسبة الفقد على ١٠٪ تؤدى إلى صعوبة تقشير الدرنات .

## أضرار البرودة

أضرار البرودة chilling injury هى تلك التى تصيب الدرنات عند تعرضها لفترة طويلةٍ لحرارة من صفر إلى ٢°م ؛ حيث تظهر على الدرنات حالة تسمى التلون الماهوجانى mahogany browning ، وفيها تتحلل الأنسجة الداخلية بدرجاتٍ مختلفةٍ؛ فقد تقتصر الإصابة على الحزم الوعائية فقط ، وقد تكون الإصابة فى مناطق غير منتظمة بلون بنيٍ ضارب إلى الاحمرار ، وتنتشر فى القشرة ، والأسطوانية الوعائية، والنخاع أحيانًا .. ومع ازدياد الانخفاض فى درجة الحرارة التى تتعرض لها الدرنات تنهار الأنسجة المصابة تمامًا ، ويصبح لونها بنيًا داكنًا ، وتصبح الدرنات أكثر قابليةً للإصابة بالعفن الطرى .

وقد تظهر أعراض أضرار البرودة على صورة تحلل شبكى net necrosis ؛ حيث تموت خلايا اللحاء ، بينما لا تتأثر الخلايا البرانشيمية المحيطة به التى تكون أقل تأثرًا بالحرارة المنخفضة من خلايا اللحاء . وقد يكون اللحاء المتأثر متناثرًا فى نسيج الدرنة ، أو فى أحد جوانب الدرنة ( الجانب الذى تعرض للحرارة المنخفضة )، أو قد يكون مركّزًا فى منطقة الحزم الوعائية . وتتشابه أعراض التحلل الشبكى تلك – كثيرًا – مع أعراض مماثلةٍ تحدث نتيجة الإصابة بفيرس التفاف أوراق البطاطس، لكن يمكن التمييز بينهما بسهولةٍ بتعريض الأنسجة المصابة للأشعة فوق البنفسجية؛ حيث تظهر الأنسجة المصابة بأضرار البرودة بلون أزرق ، بينما تظهر الأنسجة المصابة بالفيرس بلونٍ أخضر .

تختلف الأصناف فى مدى حساسيتها لأضرار البرودة . ومن أكثر الأصناف الأمريكية مقاومة كل من جرين ماونتن Green Mountain ، وواربا Warba (Talburt & Smith 1959) .

## أضرار التجمد

قد تتعرض الدرنات للتجمد وهى مازالت فى الحقل ، أو أثناء التخزين فى المخازن المبردة ويطلق على حالة التجمد فى الحقل اسم frost injury ، وتظهر أعراضها على شكل تحلل شبكى للانسجة ، مشابه لأعراض الإصابة بفيرس التفاف الأوراق. أما حالة التجمد فى المخازن ، فيطلق عليها اسم freezing injury .

يؤدى تجمد الدرنات إلى تكوين بللورات ثلجية فى أنسجتها ، يعقبه موت سريع للأنسجة المتجمدة . ويوجد – عادة – حد فاصل وواضح بين النسيج المتجمد والنسيج غير المتجمد من الدرنة . وبعد تفكك النسيج ، فإن لونه يتغير سريعا من الابيض الشاحب إلى الوردى ، فالاحمر ، فالبنى ، أو الرمادى ، أو الأسود ، ويلى ذلك انهيار خلايا النسيج المصاب وطراوته .

وتتوقف درجة الحرارة التى تتجمد عندها الدرنات على تركيز وطبيعة المواد الذائبة فى العصير الخلوى . وتتراوح درجة حرارة التجمد بين −١ و −٢,٢°م . وتنخفض درجة الحرارة التى تتجمد عندها الدرنات إذا كان قد سبق تخزينها فى درجة حرارة منخفضة؛ ويرجع ذلك إلى زيادة نسبة السكر فى العصير الخلوى فى هذه الظروف .

وتظهر أضرار التجمد خلال نصف دقيقة من بداية تكوين البلورات الثلجية. وتتوقف شدة الأضرار على مدة التعرض لدرجة التجمد كما يلى :

١ – عندما تكون مدة التعرض لدرجة حرارة التجمد قصيرة ، تظهر الأعراض على شكل حلقة متقطعة ، لونها أسود ضارب إلى الزرقة فى منطقة الحزم الوعائية . ويطلق على هذه الأعراض اسم التحلل الشبكى net necrosis .

٢ – مع ازدياد فترة التعرض لدرجة حرارة التجمد تمتد الأعراض إلى النخاع .

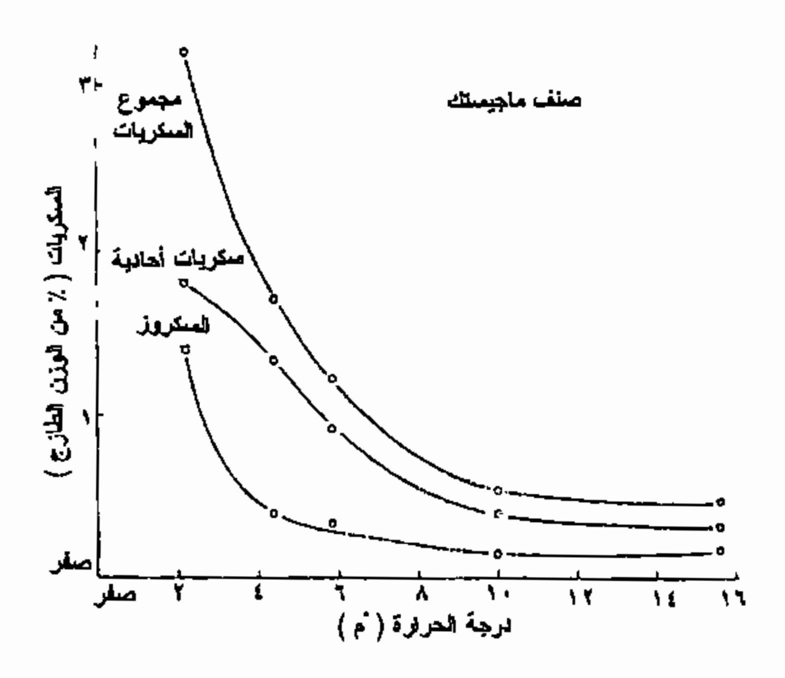
٣ – مع استمرار التعرض لدرجة حرارة التجمد لمدة ساعة تظهر بالدرنات من الداخل مناطق متداخلة غير منتظمة الشكل ، وسوداء اللون .

٤ - إذا استمرت فترة تعرض الدرنات المختلفة لدرجة حرارة التجمد أربع ساعاتٍ أو خمس ساعاتٍ، فإنها تصبح مائية المظهر، وسميكةً، وتخرج منها سوائل .

## زيادة نسبة السكريات

### تأثير درجة حرارة التخزين فى نسبة السكريات

تزداد نسبة السكريات فى درنات جميع أصناف البطاطس عند تخزينها فى درجات الحرارة المنخفضة . ويزداد تراكم السكر مع الانخفاض فى درجة الحرارة ، ويبيّن شكل (١٠-٥) العلاقة بين درجة حرارة التخزين، ونسبة كلٍّ من السكريات الأحادية، والسكروز فى الدرنات. ويتضح من الشكل أن نسبة السكريات تزداد كثيرًا فى حرارة ٤ْم ، وهى الدرجة التى يوصى بها لتخزين البطاطس أطول فترةٍ ممكنةٍ، وأن نقص درجة حرارة التخزين عن ٤ْم يؤدى إلى ارتفاع حادٍّ فى نسبة السكروز والسكريات الأحادية، وتعرف هذه الظاهرة باسم زيادة الحلاوة المصاحبة للحرارة المنخفضة Low temperature sweetening.




شكل (١٠-٥) : العلاقة بين درجة حرارة التخزين ، ونسبة كل من السكريات الأحادية والسكروز فى الدرنات .

## المشاكل المترتبة على زيادة نسبة السكريات

لقد سبقت الإشارة إلى أن تراكم السكر فى درنات البطاطس هو المسئول عن ظهور اللون البنى غير المرغوب فيه فى الشبس والبطاطس المقلية ؛ فيما يعرف بالتفاعل البنى Browning Reaction الذى تشارك فيه السكريات المختزلة ، وتفاعل ميلارد Millard Reaction الذى تلزم له مركبات أخرى ؛ مثل الأحماض الأمينية التى تتوفر دائمًا فى درنات البطاطس ؛ مما يجعلها عاملاً غير محدد لسرعة هذه التفاعلات ؛ وبذا يبقى تركيز السكريات المختزلة هو العامل المسئول عن التلون باللون البنى عند القلى .

هذا .. إلا أن دراسات Brierley وآخرين (١٩٩٦) أوضحت أن الأحماض الأمينية الحرة والبروتين الذائب ازدادا مع التخزين على ٥°م أو ١٠°م لمدة ٤٠ أسبوعًا ، وأن معظم الزيادة حدثت خلال الفترة الأخيرة من التخزين . وإلى جانب تردى لون الشبس المصنع من الدرنات التى خزنت على ١٠°م – الأمر الذى لم يمكن تفسيره على أساس الزيادة فى نسبة السكريات المختزلة تحت هذه الظروف – فإن إعادة تهيئة الدرنات على ٢٠°م لم تؤثر على مستوى الأحماض الأمينية والبروتينات الحرة – الذى ارتفع خلال الفترة الأخيرة من التخزين – الأمر الذى قلل من أهمية إعادة التهيئة فى تحسين لون الشبس المصنع من الدرنات ؛ لتواجد الأحماض الأمينية للتفاعل مع أيةِ كميةٍ متراكمة من السكريات المختزلة .

## تباين الأصناف فى شدة حساسيتها لظاهرة تراكم السكريات

تتباين أصناف البطاطس فى سرعة تراكم السكر فى درناتها أثناء تخزينها فى حرارة منخفضة؛ فمثلاً يكون تراكم السكر فى درنات الصنف مين شب MainChip فى الحرارة المنخفضة بطيئا إلى درجة أنها يمكن أن تُصنع فى صورة شبس مباشرةً بعد تخزينها على ٧°م ، دونما حاجة إلى إخضاعها إلى عملية إعادة التهيئة reconditioning فى الحرارة العالية نسبيًا . كما أن عملية إعادة التهيئة يمكن أن تجرى لها بسهولةٍ عند الضرورة ( Reeves وآخرون ١٩٩٤ ) . كذلك يعتبر الصنفان برودك Brodick ، وعدن Eden قليلىْ التأثر بالحرارة المنخفضة، حيث يظل محتواهما من السكريات ثابتًا نسبيًا ، بينما يزداد السكر بشدةٍ فى الحرارة المنخفضة فى أصناف مثل ركورد Record ، وبنتلاندل Pentland Dell (Cottrell وآخرون ١٩٩٣) .

### الأساس الفسيولوجي للظاهرة

يستدل من دراسات Claassen وآخرين (١٩٩٣) على الصنف بنجـى Bintje الـذى يتراكم السكر فى درناته فى الحرارة المنخفضة ، والسلالة KW77-2916 التى يقل فيـها هذا التراكم .. يستدل منها على أن الزيادة في نشاط إنزيم الفوسـفوريليز phosphorylase التى تحدث فى الحرارة المنخفضة ( ٢ أو ٤ °م ) تقدح عملية تراكم السكر فـى الدرنـات أثناء التخزين .

وقد وجد أن الحرارة المنخفضة ٤ °م تسـرع مـن تلـف أغشيـة الأميلوبلاسـتيدات Amyloplasts ( البلاستيدات المخزنة للنشا ) ؛ بدرجـةٍ أكـبر فـى صنـف البطـاطس نورشبNorchip الحساس لتراكم السكريات فى درناته فى الحرارة المنخفضة – مما فـى صنف DT860-2 المقاوم لظاهرة تراكم السكريات فى درناته أثناء التخزين البارد؛ الأمـر الذى يفيد احتمال وجود علاقةٍ بين حساسية أغشية الأميلوبلاستيدات وتراكم السكريات فى درنات البطاطس (O'Donoghue وآخرون ١٩٩٥) ، وخاصة أن أصناف البطاطس تختلف فى حساسيتها لظاهرة تراكم السكريات فى درناتها فى ظروف الحرارة المنخفضة، بينمـا لا تتحكم إنزيمات الـ invertases فى ذلك التراكم (Zenner وآخـرون ١٩٩٦). كمـا لـم تختلف الأصناف – التى تتباين فى حساسيتها لتراكم السكريات فى درناتها فى الحـرارة المنخفضة – لم تختلف فى نشاط إنزيمات : ألفا أميليز alph-amylase ، وبيتـا أميلـيز beta-amylase ، والـ debranching enzyme ( Cottrell وآخرون ١٩٩٣ ) .

### انخفاض نسبة النشا

تنخفض نسبة النشا فى درنات البطاطس عند تخزينها فى درجات حـرارةٍ منخفضـةٍ؛ بسبب زيادة معدلات تحوله إلى سكرٍ فى هذه الظروف ، بينما قد تزداد نسبة النشا عنـد التخزين فى درجات الحرارة المرتفعة؛ بسبب زيادة معدلات فقد الرطوبة فى هذه الظروف، وزيادة نسبة المادة الجافة تبعا لذلك. ولاتتأثر الخواص الطبيعية للنشـا بدرجـة حـرارة التخزين ، لكن حبيبات النشا قد تقل فى الحجم بازدياد فترة التخزين ؛ بغض النظر علـى درجة الحرارة .

### التغيرات فى بعض المركبات الأخرى

١ – المركبات النيتروجينية : لا تحدث أى تغيراتٍ فى المركبات النيتروجينية إلا عنـد بداية نمو البراعم؛ حيث يزيد البرولين ، وينتقل إلى النموات الحديثة .

٢ – المركبات الفينولية : يزيد حامض الكلوروجينك فى البراعم أثناء التخزين وفى الخلايا المجاورة للجروح . ويزيد التيروزين – وهو أحد المركبات النيتروجينية أيضًا – عند تعرض الدرنات للخدش أو التجريح .

٣ – الكلوروفيل : يتكون الكلوروفيل فى الخلايا السطحية إذا تعرضت الدرنات للضوء.

٤ – الجليكوألكالويدات glycoalkaloides : تزداد هى الأخرى عند تعرض الدرنات للضوء .

٥ – التربينويدات terpenoides : أهمها : الريشتين rishitin والفيتوبيرين phytuberin . وقد يصل تركيزها فى الدرنات المصابة بالأمراض إلى ملليجرام واحد لكل جرام من الوزن الطازج. ويزداد التركيز عند الإصابة ببعض الفطريات؛ مثل الفطر المسبب لمرض الندوة المتأخرة ، والبكتيريا المسببة لمرض التعفن البكتيرى الطرى .

٦ – فيتامين ج : يقل تركيز فيتامين ج كثيرًا أثناء التخزين من نحو ٣٠ ملليجرام/١٠٠ جم عند الحصاد إلى حوالى ١٠ ملليجرام/١٠٠ جم بعد أشهر قليلة من التخزين، لكن ثلثى الفقد فى فيتامين ج يكون خلال الثلاثة أو الأربعة أسابيع الأولى من التخزين .

وقد أدى التخزين لمدة ستة أسابيع على حرارة ٣٠°م إلى انخفاض محتوى درنات أربعة أصناف من البطاطس من فيتامين ج بنحو ٥٠٪ فى المتوسط ، واستمر الانخفاض بعد ذلك – ولكن بدرجةٍ أقل خلال فترة إعادة التهيئة التى أعقبت التخزين البارد ودامت لمدة أسبوعين على حرارة ٢٥°م (Okeyo & Kushad ١٩٩٥).

أما الفيتامينات الأخرى .. فيبدو أنها لا تتأثر بحرارة التخزين .

## التصدير

تصدر البطاطس إلى كلٍّ من الدول الأوروبية – خاصة إنجلترا – والدول العربية . ومعظم البطاطس المصدرة إلى إنجلترا هى من البطاطس الجديدة new potatoes (البلية) التى تحصد قبل تمام نضجها ويقل قطر درناتها عن ٣ سم ، وترتفع فيها نسبة الرطوبة كثيرًا ؛ حيث تبلغ كثافتها النوعية حوالى ١,٠٨ ، ولاتلتصق قشرتها بالدرنة .

تصدر البطاطس البلية فى أجولة من الجوت المبطن بالبولى إيثيلين الأسـود المثقب سعة ٢٢ كجم . وتخلط درنات كل جوال بنحو كيلو جرامٍ واحدٍ من البيت مـوس المنـدى بنحو لترٍ ونصفٍ من الماء ؛ حتى تحتفظ الدرنات برطوبتها خلال فـترة الشحـن التـى تستغرق ٢-٣ أسابيع ، والتى تكون فى ثلاجاتٍ على درجة حرارة من ٣°م-٥°م .

أما البطاطس المكتملة النضج، فإنها تصدر إلى كلٍّ من الدول العربية والأوروبيـة . وينص القانون على أن تكون البطاطس المصدرة من صنفٍ واحـدٍ ، وتامـة النضـج ، ونظيفةً ، وغير لينةٍ ، وخالية من الإنبات والعطب والجروح غير الملتئمـة ، والإصابـة بالحفار ، والدرنات الخضراء ، والنموات الثانوية ، وألا يقـل قطر أصغر الدرنات عـن ٣,٥ سم . وتعبأ البطاطس المصدرة فى أجـولةٍ مصنوعـةٍ من الجـوت ، أو الكتـان ، أو خليطٍ منها، سعة ٢٥ كجم، أو فى صناديق من الخشب ، أو الكرتـون سـعة ٢٠-٢٥ كجم. ويجب أن تكون العبوات سليمةً ، ومتينةً ، ونظيفةً ، وجافةً ، وخاليةً من الرائحة ، ومتماثلةً فى النوع ، والشكل ، والحجم ، والوزن ، وأن تتم التعبئة بحيث تكون الدرنـات ثابتـةً غير مضغوطةٍ. ويجب أن تغلق الأجـولة ، أو تحزم الصناديق بإحكام بدوبـارةٍ ، أو بسلك .

تصنف بطاطس التصدير إلى الدرجتين التاليتين :

١ - الدرجة الأولى : وهى التى لا تتجاوز فيها نسبةُ الدرنات ذات العيـوب الشكليـة (مثل الجروح، والتشققات، والتشوهات) ١٪ من صافى الوزن فى الطرد الواحد، ولايتجاوز الفرق بين أقطار درنات الطرد الواحد ١,٥ سم . ويجـب أن تكـون مدرجةً حسب الحجم إلى صغيرة (يتراوح قطر درناتها بين ٣,٥ سم، و ٥ سم)، ومتوسطة (يتراوح قطر درناتها بين ٥ سم و ٦,٥ سم)، وكبيرة (يتراوح قطـر درناتها بين ٦,٥ سم و ٨ سم) .

٢ - الدرجة الثانية : وهى التى لاتتجاوز فيها نسبة العيوب الشكلية السالف ذكرهـا ٣٪ من صافى الوزن فى الطرد الواحد ، ويجوز تدرج الدرنـات إلـى الأحجـام السالف ذكرها فى الدرجة الأولى .

توضع على كل طردٍ كلمة " بطاطس " ، أو " بطاطس جديدة " حسب نوعية الدرنـات المصدرة كما يكتب اسم الصنف ، والدرجة ، والحجم ، أو عبارة "غير مدرجة" فى حالـة

التدريج. وتذكر أيضا العلامة التجارية للمصدر، واسمه، وعنوانـــه، والــوزن الصــافى للطرد، وعبارة : جمهورية مصر العربية . وتكون الكتابة باللغة العربية بحروف ظــاهرة تتناسب مع حجم العبوة ، وباللون الأخضر فى الدرجة الأولى، وباللون الأحمر فى الدرجة الثانية، كما يجوز كتابة هذه البيانات فضلاً بلغةٍ أجنبيةٍ .

# الفصل الحادى عشر

## إنتـــاج التـقاوى

تعد أكثر المناطق صلاحيةً لإنتاج تقاوى البطاطس هى تلك التى تنخفض فيها درجـــة الحرارة عن ١٨ْم ، وتزيد فيها نسبة الرطوبة عن ٧٥٪ ، وتهب عليها رياح قويـــة، لأن هذه الظروف لاتناسب حشرة المن *Myzus persicae*؛ وهى المسئول الأول عن نقل الأمراض الفيروسية فى البطاطس . وتتوفر هذه الظروف فى مناطق إنتاج التقاوى العالمية الهامة، كما فى اسكتلندا، وشمال أيرلندا، كما يمكن إنتاج تقاوى البطاطس فى المناطق الاستوائية التى تكون فيها درجة الحرارة أعلى مما يمكن لحشرة المن أن تتحملها ، إلا أن المحصول يكون منخفضًا فيها بسبب شدة ارتفاع الحرارة (Smith ١٩٧٧) .

## مراحل إنتاج التقاوى فى بعض الدول

يمر إنتاج تقاوى البطاطس بعدة مراحل ، ولكل دولةٍ نظامها الخاص باعتماد التقاوى؛ حيث تخضع لعديدٍ من الخطوات وعمليات الإكثار والاختبارات المستمرة .

ويمكن تقسيم التقاوى إلى نوعين رئيسيين ؛ هما :

١ – تقاوى الأساس Foundation Seed : وهى على درجاتٍ لا يسمح فى كلٍّ منـــها بأن تزيد نسبة الإصابات الفيروسية على حدٍّ معيـــن . وتســـتخدم فـــى إنتـــاج التقاوى المعتمدة .

٢ – التقاوى المعتمدة Certified Seed : وهى التى يستخدمها المزارعون فى الإنتاج التجارى .

### إنتاج التقاوى فى هولندا

يمر إنتاج تقاوى البطاطس فى هولندا بعدة مراحل . ويرمز إلى التقاوى المنتجة فـــى كل مرحلةٍ برمزٍ معينٍ يشير إلى رتبة التقاوى . وهذه الرتب – مرتبـــةً تنازليًـــا – هـــى كالتالى : S ، وSE ، وE ، وA ، وC .

تعرف الرتب الثلاثة الأولى ( S ، و SE ، وE ) بتقاوى الأساس ، وتعــرف الرتـب الثلاث الأخيرة ( A ، وB ، وC ) بالتقاوى المعتمدة ، وهى التى تسـتعمل فـى الإنتـاج التجارى للبطاطس .

تنتخب تقاوى الأساس برتبها المختلفة خلال السنوات الأربع الأولى على الأقل؛ حيـث تنتخب سلالة خضرية لزراعتها فى السنوات التالية. وتستمر زراعة السلالات الخضريـة المنتخبة مستقلةً عن بعضها حتى السنة الخامسة. ويشار إليها فـى السـنوات الثالثـة والرابعة والخـامسة بالـرمز S ؛ وهى أعلى رتبةً، ولا يزيد إكثارها أبدًا علـى خمسـة أجيال .

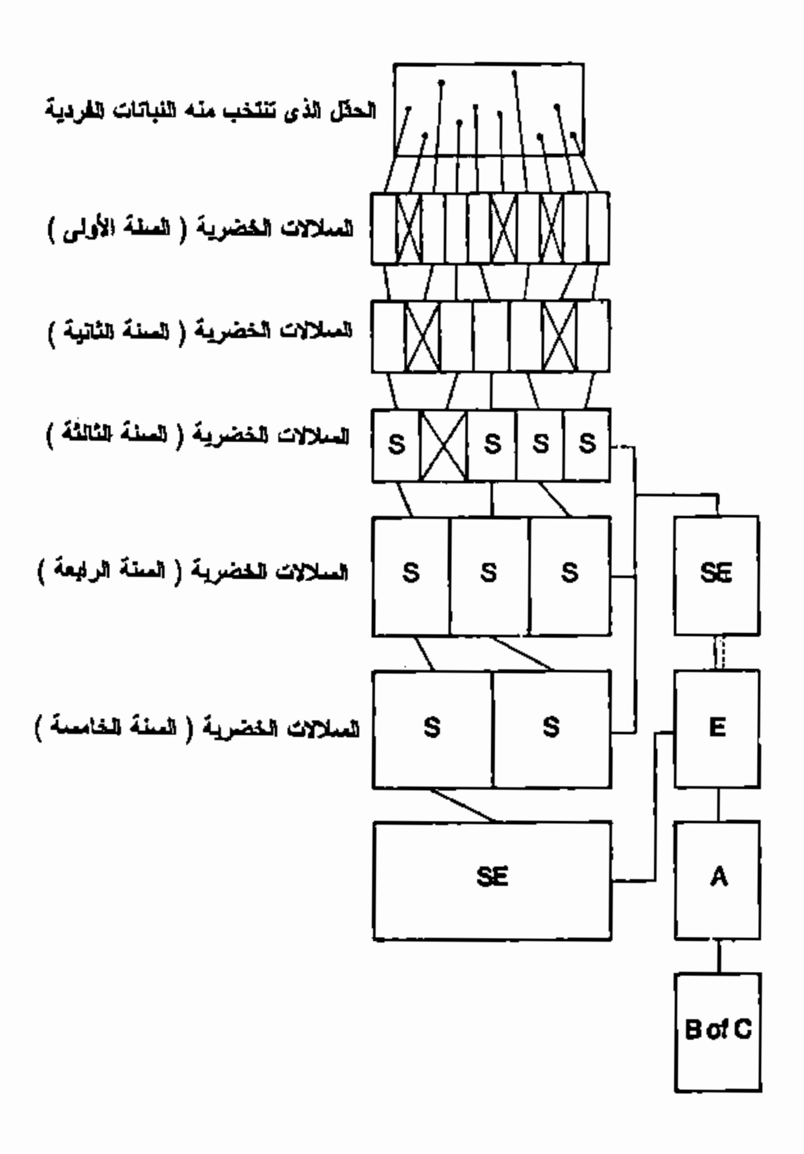
أما التقاوى من رتبة SE ، فإنها تنتج من خلط السلالات الخضريـة المنتخبـة فـى السنوات الثالثة والرابعة والخامسة معا ، أو من إكثار السلالات الخضرية المستقلة فـى السنة السادسة. وتستعمل رتبة SE فى إكثار رتبة E . وتستخدم رتبة E فى إكثار رتبـة A ، وهى التى تستخدم فى إكثار التقاوى من رتبتى B و C . ويتوقف رمز الرتبة علـى شدة الإصابة بالأمراض الفيروسية ؛ حيث يسمح بزيادتها فى C أكثر من B .

ويوضح شكل ( ١١-١ ) : خطوات إنتاج التقاوى السالفة الذكر فى هولنـدا (Sneep وآخرون) .

وتخضع حقول إنتاج تقاوى البطاطس فى هولندا لتفتيشٍ حقليٍ يُجْرى مرةً واحدةً على التقاوى من رتبة C ، ويجرى مرتين بالنسبة لتقاوى جميع الرتـب الأخـرى . ويحـدد القانون الحد الأقصى المسموح به لمختلف الإصابات المرضية ، ويـأخذ كـل مـرضٍ – حسب خطورته وحسب رتبة التقاوى – عاملاً Factor ( جدول ١١-١ ). يُضـرب هـذا العامل فى النسبة الفعلية لظهور المرض فى الحقل ، ومـن مجمـوع حـاصل الضـرب لمختلف الأمراض يُحْسب دليل المرض Disease Index للحقل .

وتوجد قواعد تتعلق بجميع عمليات الفحص، ومختلف الاختبارات الحقلية والمعمليـة، ومواعيد تقليع المحصول ... إلخ . ويمكن الإطلاع على تفاصيل ذلك كله فـى Hiddema (١٩٧٢) . أما العمليات الزراعية المتبعة – فى هولندا – لزراعة البطاطس لغرض إنتاج التقاوى .. فيمن الرجوع إليها فى Van der Zaag (١٩٧٢). وعـن أهميـة الأمـراض

الفيروسية بالنسبة لتقاوى البطاطس - بصورةٍ عامةٍ - وما تجب مراعاته بشأنها . يراجع لذلك Box (١٩٧٢) .




شكل ( ١١-١ ) : برنامج إنتاج تقاوى البطاطس فى هولندا ( يراجع المتن للتفاصيل ) .

جدول ( ١١-١ ) : العوامل Factors التى يأخذها - فى الحسبان - مفتشو حقول إنتاج البطاطس فى هولندا بالنسبة لمختلف الحالات المرضية ( يراجع المتن للتفاصيل ( عن Hiddema ١٩٧٢ ).

| المرض | تقاوى الأساس S و SE | | تقاوى الأساس E | | التقاوى المعتمدة A و B | | التقاوى المعتمدة C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| التفتيش الحقلى : | الأول | الثانى | الأول | الثانى | الأول | الثانى | |
| فيروسات : Stipple , Streak & Crincle | ٣٢ | ٦٤ | ١٦ | ٣٢ | ١٦ | ٣٢ | ٦ |
| الموزايك الشديد | ٣٢ | ٦٤ | ١٦ | ٣٢ | ٨ | ١٦ | ٦ |
| الموازيك المعتدل | ٣٢ | ٦٤ | ١٦ | ٣٢ | ١ | ١ | صفر |
| التفاف الأوراق | ٨ | ٣٢ | ٨ | ٣٢ | ٨ | ٣٢ | ٦ |
| فيروسات : Acuba Mosaic & Stream Mottle | ٤ | ٨ | ٤ | ٨ | ٢ | ٤ | ٦ |
| الذبول الفيوزارى | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ | صفر |
| المشتبه فى إصابتها | ١ | ٢ | ١ | ٢ | ٠,٥ | ٢ | صفر |
| الجور الغائبة [أ] ( بسبب إزالة الـ Rogues ) | ٠,٥ | صفر | ٠,٥ | صفر | ٠,٥ | صفر | صفر |
| الجذع الأسود | صفر | | صفر | | A=١٠ | B=٢٠ | ٣٠ |

أ - يعنى عدم وجود جورٍ غائبةٍ عدم اهتمام منتج التقاوى بإجراء عملية التخلص من النباتات غير المرغوب فيها . ويحدد القانون الحد الأقصى المسموح به لدليل الأمراض فى مختلف الرتب كما يلى :

| الرتبة | الحد الأقصى لدليل الأمراض |
|---|---|
| S و SE | ٢ |
| E | ٣ |
| A | ٤ |
| B | ٨ |
| C | ١٢ |

أما الحقول التى يزيد فيها دليل الأمراض على ١٢ فإنها تُرفض .

## إنتاج التقاوى فى الدانمرك

يمر إنتاج تقاوى البطاطس فى الدانمرك بالمراحل المبينة فى جدول ( ١١-٢ ) .

جدول ( ١١-٢ ) : فئات ، ورتب ، ومراحل إكثار تقاوى البطاطس فى الدانمرك ( عن George ١٩٨٦).

| السنة | الجيل | الرتبة | فئة التقاوى |
|---|---|---|---|
| ١ | بداية زراعة الأنسجة ، وإكثار أولى بالعقل الساقية ، مع التخزين . | | تقاوى النواة |
| ٢ | استمرار الإكثار بالعقل الساقية ، ثم إنتاج أول جيل من الدرنات | | |
| ٣ | الجيل الثانى للدرنات | SS | تقاوى قبل الأساس |
| ٤ | الجيل الثالث للدرنات | SS | |
| ٥ | الجيل الرابع للدرنات | S | |
| ٦ | الجيل الخامس للدرنات | SEE | |
| ٧ | الجيل السادس للدرنات | SE | |
| ٨ | الجيل السابع للدرنات | EE | تقاوى الأساس |
| ٩ | الجيل الثامن للدرنات | E | |
| ١٠ | الجيل التاسع للدرنات | AA | التقاوى المعتمدة |
| ١١ | الجيل العاشر للدرنات | A | |

وكما هو مبين فى الجدول .. فإن تقاوى النواة Nuclear Stocks تتضمن الدرنات الممثلة للصنف التى يتم انتخابها لتمر بمراحل الإكثار الدقيق وبالعقل الساقية ( شكل ١١-٢ ، يوجد فى آخر الكتاب ) ؛ لتنتهى بإنتاج الجيل الأول من الدرنات . أما تقاوى قبل الأساس Pre-basic فتشمل الرتب من SS إلى SE (جيل الدرنات الثانى إلى السادس). ويلى ذلك تقاوى الأساس Foundation Stock الذى يشمل رتبتى EE (جيل الدرنات السابع) ، و E (جيل الدرنات الثامن). وأخيرًا .. فإن التقاوى المعتمدة تشمل رتبتى AA (جيل الدرنات التاسع)، و A (جيل الدرنات العاشر).

ونظرًا لأهمية المرحلة الأولى فى عملية إنتاج التقاوى ( تقاوى النواة ) .. فسوف نتناولها بشئ من التفصيل .

إن تقنيات الإكثار الدقيق يمكن أن تؤدى – فى حالة البطاطس – إلى إنتاج ١٦٠٠ درنةٍ – على الأقل – سنويًا من كل نبات من البطاطس. كما أن استخدام القمة الميرستيمية للنباتات فى عملية الإكثار يضمن – إلى حدٍ كبيرٍ – خلو النباتات المُكثرة من الفيروسات،

وغيرها من المسببات المرضية الجهازية . ويعد ذلك أمرًا غاية فى الأهمية بالنسبة للمحاصيل التى تتكاثر خضريًا - مثل البطاطس - والتى تنتقل فيها الفيروسات تلقائيًا مع الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر .

وعلى الرغم من أن النباتات قد تكون مصابةً جهازيًا بالفيروسات .. فإن القمة النامية الميرستيمية تكون غالبًا خاليةً تمامًا من الفيروسات، أو لا تحتوى إلا على قليلٍ جدًا منها. ونظرًا لأن هذا الجزء قد يصعب فصله .. لذا تستعمل - أحيانًا - القمة النامية كلها ، وهى التى يكون عرضُها - عادةً - ١٠٠ ميكرون، وطولها ٥٠٠ ميكرون . ويطلق على المزارع فى هذه الحالة اسم Shoot-Tip Culture ؛ وهى تُنتج كذلك نباتات خالية من الفيرس فى أغلب الأحيان .

وتفصل القمم النامية تحت المجهر . ويعتبر فصل القمة النامية سريعًا - دون إحداث أضرار بها - من أهم مقومات نجاح مزارع القمة الميرستيمية . هذا .. بالإضافة إلى أهمية بيئة الزراعة التى يجب أن تكون محفزةً لتكوين الجذور والأوراق من القمم الميرستيمية المزروعة . ويبين جدول ( ١١-٣ ) تركيب إحدى البيئات المستخدمة فى الإكثار الدقيق - بالقمة الميرستيمية - للبطاطس .

ونظرًا لصعوبة فصل القمة الميرستيمية - التى يكون طولها فى البطاطس ٠,٢٥ مم وعرضها ٠,١ مم - ولأنها لا تكون دائما خاليةً من الإصابات الفيروسية - لذا .. كان الاتجاه إلى مزارع القمة النامية الخضرية؛ حيث تفصل - فى حالة البطاطس - القمة النامية التى يكون طولها ملليمترًا واحدًا ، وتحتوى عى ٢-٣ مبادئ أوراق .

وبرغم الزيادة الكبيرة فى فرصة نجاح مزارع القمة النامية الخضرية ، فإن فرصة خلوها من الإصابات الفيروسية تكون أقل بكثيرٍ مما فى مزارع القمة الميرستيمية . وقد أمكن التغلب على هذه المشكلة بتعريض النباتات - التى تؤخذ منها القمم النامية الخضرية لزراعتها - لدرجاتٍ حرارة مرتفعة نسبيًا ، لفترات تختلف حسب الفيروسات التى يراد التخلص منها . وتجدر الإشارة إلى أن هذه المعاملة الحرارية - التى تعرف باسم Heat Therapy - تخفض كثيرًا جدًا من تركيز الفيرس فى النبات بصورة عامة ، وقد تقضى عليه فى بعض الحالات ؛ ويترتب على ذلك زيادة احتمالات خلو القمة النامية الخضرية من الفيروسات .

جدول ( ١١-٣ ) : تركيب إحدى بيئات الإكثار الدقيق - بالقمة الميرستيمية - للبطاطس[أ] (عن George ١٩٨٦).

| المكونات | التركيز ( مجم / لتر ) |
|---|---|
| $NH_4NO_3$ | ١٦٥٠ |
| $KNO_3$ | ١٩٠٠ |
| $CaCl_2 . 2H_2O$ | ٤٤٠ |
| $MgSO_4 . 7H_2O$ | ٥٠٠ |
| $KH_2PO_4$ | ١٧٠ |
| $FeSO_4 . 7H_2O$ | ٢٧,٨ |
| $H_3BO_4$ | ١,٠ |
| $MnSO_4 . 4H_2O$ | ٠,٥ |
| KI | ٠,٠١ |
| $CuSO_4 . 5H_2O$ | ٠,٠٣ |
| $ZnSO_4 . 7H_2O$ | ١,٠ |
| $AlCl_3$ | ٠,٠٣ |
| $NiCl_2 . 6H_2O$ | ٠,٠٣ |
| NaFe EDTA | ٣٨,٠ |
| Nicotinic Acid | ١,٠ |
| Thiamine HCl | ١,٠ |
| D(+) Ca-Panthothenate | ٠,٥ |
| Riboflavine | ٠,١ |
| P-Aminobenzoic acid | ١,٠ |
| Folic acid | ٠,٠١ |
| Biotin | ٠,١ |
| Indole-3- butyric acid | ٠,٢ |
| Adenine Sulphate | ٨٠ |
| Meso-Inositol | ١٠٠ |
| Sucrose | ٢٠٠٠٠ |

أ - يعدل pH البيئة إلى ٥,٣-٥,٥ بإضافة أيدروكسيد الصوديوم ، أو حامض الأيدروكلوريك بتركيز مولار واحد لأى منهما . ويضاف الآجار بمعدل ٧,٥ جم/لتر من البيئة بعد تعديل الـ pH فيها .

وكمثال على ذلك .. وضعت النموات الخضرية لنباتات بطاطس من صنف White Rose على حرارة ٣٥ْم–٣٧ْم ، بينما أبقيت نمواتها الجـذريـة على حرارة ٣٠ْم–٣٣ْم. وقد أدت هذه المعاملة إلى خفض تدريجي في نسبة النباتات الحاملـة لفـيرس X البطـاطس (PVX) كلما ازدادت فترة التعريض للمعاملة الحرارية ، إلى أن وصلت إلـى ٥٠٪ بعـد ثمانية أسابيع، وإلى ١٠٠٪ تقريبا بعد ١٨ أسبوعا. ولكن اختلفت الحال بالنسبة لفيرس S البطاطس (PVS)؛ فقد ازدادت نسبة النباتات الخالية من هذا الفيرس بزيادة فترة التعريض للحرارة العالية حتى ثمانية أسابيع ، ولكن لم يصاحب زيادة الفترة على ذلـك أى نقـص إضافي في نسبة النباتات الخالية من الفيرس، لدرجة أن ٢٠٪ فقط من النباتات الخاليـة من PVX كانت خالية – أيضا – من PVS .

كذلك وجد Lozoya-Saldana (١٩٦٦) أن تعريض سيقان البطاطس المصابة بفـيرس إكس PVX لتيار كهربائى بقوة ١٥ milliamperes (mA) لمدة خمس دقائق قبل زراعـة براعمها القمية فى بيئته صناعيةٍ لمدة ٦٠ يومًا .. أدت هذه المعاملة إلى استعادة النمـو فى ٤٠٪–٨٠٪ من البراعم ، مع خلو ٦٠٪–١٠٠٪ من البراعم النامية من الفيرس .

ولمزيدٍ من التفاصيل .. يراجع Bhojwani & Razden (١٩٨٣) بشأن مزارع القمـة الميرستيمية بصورةٍ عامة ، و Quak (١٩٧٢) بشأن تخليص مـزارع القمـة الناميـة الخضرية من الفيروسات بالمعاملة الحرارية .

وتتم عملية الإكثار الأولى لتقاوى النواة – لإنتاج الجيل الأول من الدرنـات – خـلال العامين الأول والثانى من عملية إنتاج التقاوى . وفيما يلى تفاصيل تلك العمليات – كمـا تجرى فى الدانمرك ( عن George ١٩٨٦ ) – علمًا بأن مواعيد إجراء تلك العمليات على مدار العام – فى الدانمرك – هى المبينة داخل الأقواس .

**١ – السنة الأولى :**

أ – تنتخب أفضل الدرنات الممثلة للصنف أو السلالة الخضرية (يناير).

ب – تطهر الدرنات سطحيًا، وتترك معرضة للضوء العادى فى الصوبـة علـى ١٧ْم–١٨ْم . ويتم اختبار كل درنةٍ ؛ للكشف عن إصابتها بمرض العفـن الحلقى باستخدام اختبار الـ Immunofluorescence. وتلى ذلك زراعـة " عقل عيون " Eye Cuttings (عين بجزءٍ من الدرنة ) فى الصوبة من كـل درنةٍ يتقرر الاستمرار فى إكثارها (بداية شهر فبراير) .

جـ – تفصل القمم الميرستيمية النامية من البراعم الجانبية النابتة، وتوضع على بيئةٍ مناسبةٍ ( جدول ١١–٣ ) فى أنابيب اختبار (مارس) .

جدول ( ١١–٤ ) : تركيب بيئة زراعة العقل الساقية Stem Nodal Cuttings فى البطاطس[1] (عن George ١٩٨٦).

| المكونات | التركيز ( مجم / لتر ) |
|---|---|
| $NH_4NO_3$ | ١٦٥٠ |
| $KNO_3$ | ١٩٠٠ |
| $CaCl_2 . 2H_2O$ | ٤٤٠ |
| $MgSO_4 . 7H_2O$ | ٥٠٠ |
| $KH_2PO_4$ | ١٧٠ |
| $H_3BO_4$ | ٦,٢ |
| $MnSO_4 . 4H_2O$ | ٢٢,٣ |
| $ZnSO_4 . 4H_2O$ | ٨,٦ |
| KI | ٠,٨٣ |
| $Na_2MoO_4 . 2H_2O$ | ٠,٢٥ |
| $CoCl_2 . 6H_2O$ | ٠,٠٢٥ |
| $CuSO_4 . 5H_2O$ | ٠,٠٢٥ |
| NaFe EDTA | ٣٨,٠ |
| Glycine | ٢,٠ |
| Nicotinic acid | ٠,٥ |
| Pyridoxine HCl | ٠,٥ |
| Thiamine HCl | ٠,١ |
| Indole-3-butyric acid | ١,٠ |
| Casein Hydrolysate | ١٠٠٠ |
| Meso-inositol | ١٠٠ |
| Socrose | ٣٠٠٠٠ |

أ – يُعدل pH البيئة إلى ٥,٠–٥,٢ بإضافة أيدروكسيد الصوديوم، أو حامض الأيدروكلوريك بتركيز مـــولارٍ واحدٍ لأيٍّ منهما . ويضاف آجار بمعدل ٩,٥ جم/لتر من البيئة بعد تعديل الـــ pH فيها .

د – تختبر النباتات التى تنمو من عقل العيون لفيرس الدرنة المغزلية (منتصف أبريل) .

هـ - تؤخذ عقل ساقية Nodal Stem Cuttings من النباتات النامية من مزارع القمة الميرستيمية، وتزرع فى بيئةٍ مناسبةٍ (جدول ١١-٤)، ثم تخزن - فيما بعد - على ١٠°م-١٢°م. هذا .. بينما يستبقى الجزء القاعدى من تلك النموات ، ويزرع فى الصوبة لاختبارات الأمراض ( من مايو إلى يولية )

و - تختبر نباتات مزارع القمة الميرستيمية ( التى أخذت منها العقل الساقية) لمختلف الفيروسات بالوسائل السيرولوجية ، وبالميكرسكوب الإليكترونى، كما تختبر للكشف عن إصابتها بمرض العفن الحلقى بطريقة الـ Immunofluorescence ( من أغسطس إلى سبتمبر ).

ز - يستمر إكثار نباتات المزارع المحتفظ بها فى المخازن - والتى يثبت خلوها من مختلف الأمراض - بالعقل الساقية فى بيئةٍ مناسبةٍ (جدول ١١-٤) فى أنابيب اختبار (من سبتمبر إلى يناير).

٢ - السنة الثانية :

أ - تنتقل عقل ساقية Stem Cuttings - طولها حوالى سنتيمتر واحد - من أنابيب الاختبار إلى صوانٍ تحتوى على كومبوست أساسه البيت موس (بداية مارس).

ب - تزرع عقل ساقية - من تلك النامية فى الصوانى - فى صوانٍ تحتوى على كومبوست أساسه البيت موس . توضع هذه الصوانى فى صوباتٍ محصنةٍ ضد الحشرات Insect proof . تعامل بيئة الزراعة بالتمك ١٠ج المحبب Temik 10 G ( ألديكارب Aldicarb ) ثلاث مرات ؛ بمعدل ٧جم/م٢ فى كل مرةٍ ؛ لمزيد من الوقاية ضد المن . وينظم الرى بالتنقيط لنباتات البطاطس من الخارج ( بداية شهر أبريل ).

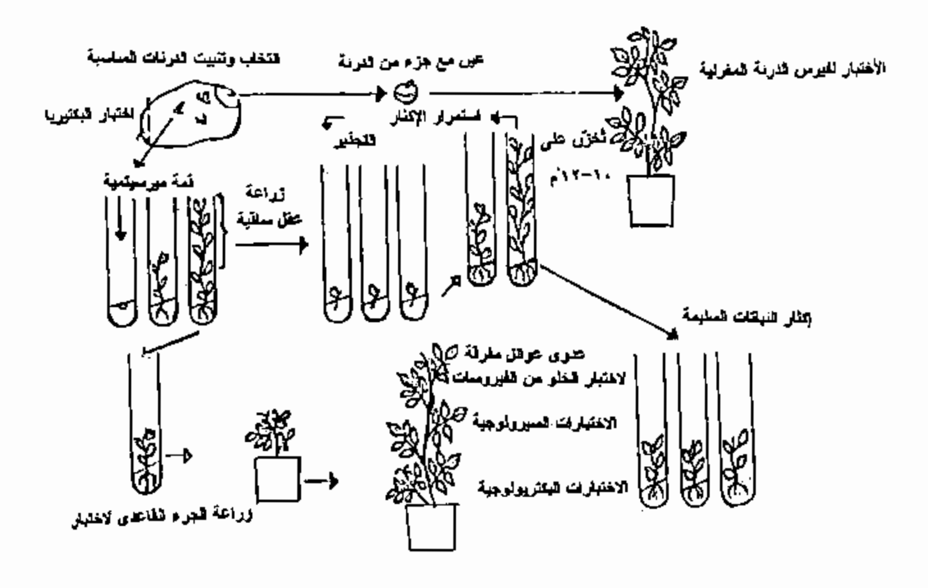
جـ - يوقف الرى لوقف نمو النباتات ( بداية شهر يوليو ) .

د - تحصد الدرنات ( نهاية شهر يوليو )

هـ - تخزن الدرنات - فى أجولةٍ شبكية - على ٤°م ( منتصف شهر أغسطس ).

ويوضح شكل ( ١١-٣ ) تفاصيل مختلف مراحل الإكثار الأولى لتقاوى النـــواة كمـــا شرحت آنفًا .

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف مراحل إنتاج تقاوى البطاطس المعتمدة فى الدانمرك يراجع George (١٩٨٦).



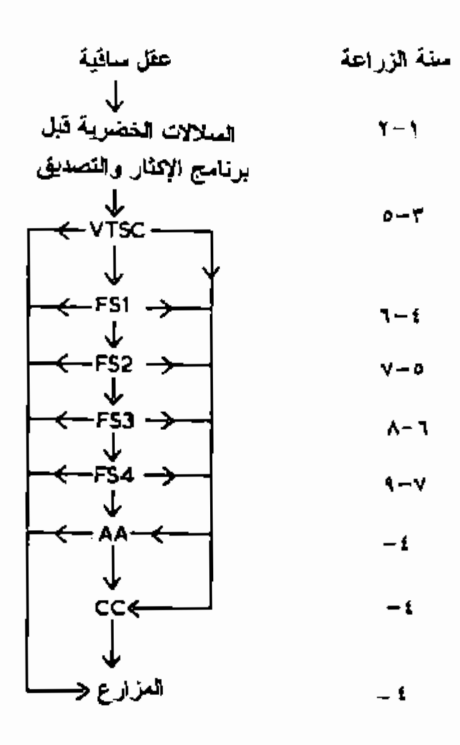

شكل ( ١١-٣ ) : مراحل الإكثار الأولى الدقيق لتقاوى النواة فى الدانمرك .

## إنتاج التقاوى فى المملكة المتحدة وأيرلندا

تستخدم نفس الرموز السابقة ونفس الطريقة فى إنتاج التقاوى فـــى معظـــم الـــدول الأوروبية ، فيما عدا إنجلترا وأيرلندا ؛ حيث يستخدم فيهما الرمز FS مكان E ، والرمـــز AA أو $A_1A_1$ مكان A . ويتبع فى إنجلترا نظام اعتماد التقاوى المبين فى شكل (١١-٤).

وتشتمل تقاوى الأساس على الدرجات VTSC (عقـــل ســـاقية اختُـــبرَ خلوهـــا مـــن الفيروسات Virus-Tested-Stem-Cuttings)، و FS (تقاوى الأساس Foundation Seed)،

و AA . أما التقاوى المعتمدة ، فهى التى يرمز إليها بالرمز CC . وتبين الأسهم المراحل التى يمر بها إكثار العقل الساقية المختبرة حتى إنتاج التقاوى المعتمدة ، وتظهر بالشكل السنة التى يبدأ فيها إنتاج كل درجةٍ من درجات التقاوى من وقت زراعة السلالات الخضرية - التى يبدأ بها برنامج الإكثار - حتى إنتاج التقاوى المعتمدة (Wurr ١٩٧٨).




شكل ( ١١-٤ ) : برنامج إنتاج تقاوى البطاطس فى المملكة المتحدة ( يراجع المتن للتفاصيل ).

تشمل تقاوى الأساس الرتب : VTSC ، و Super Elite ، و Elite ، و AA ؛ وهى التى تكثر لإنتاج رتبة التقاوى المعتمدة CC ، التى تزرع فى حقول البطاطس التجارية فقط ولا يمكن الاستمرار فى إكثارها .

ولاتنتج رتبتا الـ VTSC ، والـ Super Elite إلا فى المناطق التى تقل فيها كثيرًا احتمالات الإصابة بالمن ، وهى - فى المملكة المتحدة - تتضمن أسكتلندا ، وأيرلندا الشمالية ، وبعض المناطق الأخرى .

هذا .. ويكون الحد الأقصى لعدد أجيال الإكثار فى كل رتبة كما يلى : VTSC ثلاث

سنوات ، و Super Elite ثلاث سنوات ، و Elite ثلاث سنوات ، و AA بدون حدود، أما رتبة CC فلا تستخدم إلا فى الزراعة التجارية .

وتخضع حقول إنتاج تقاوى البطاطس فى المملكة المتحدة لعمليات تفتيش حقلىّ Field Inspection تعتمد على مقاييس واعتبارات تختلف باختلاف رتبة البطاطس المنتجة ؛ فبدايةً .. يجب أن يكون المحصول قوى النمو ، وألا يكون قد فُقدتْ كثير من نباتاته خلال عمليات التخلص من النباتات غير المرغوب فيها (Roguing) ؛ وهى النباتات المخالفة للصنف والمصابة بالأمراض. كما يجب ألا يكون الحقل قد تعرض للإصابة بأى مرضٍ ، أو أية آفة تجعله غير صالحٍ لإنتاج التقاوى .

ويبين جدول (١١-٥) : الحد الأقصى المسموح به من مختلف الأمراض والتشوهات فى مختلف رتب البطاطس فى المملكة المتحدة .

جدول ( ١١-٥ ) : الحد الأقصى المسموح به (٪) لمختلف الأمراض والتشوهات فى رتب البطاطس المنتجة فى المملكة المتحدة (عن Parry ١٩٩٠).

| الأمراض والتشوهات | الرتبة | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | VTSC | Super Elite | Elite | AA | CC |
| النباتات المخالفة للصنف والمشوهة | صفر | ٠,٠٥ | ٠,٠٥ | ٠,١ | ٠,٥ |
| فيرس التفاف أوراق البطاطس | صفر | ٠,٠١ | ٠,١ | ٠,٢٥ | ٢,٠ |
| أمراض الموزايك الشديدة | صفر | صفر | ٠,١ | ٠,٢٥ | ٢,٠ |
| فيرس تحلل عروق التبغ | صفر | صفر | ٠,١ | ٠,٢٥ | ٢,٠ |
| أمراض الموزايك المعتدلة | صفر | ٠,٠٥ | ٠,٥ | ١,٠ | ٥,٠ |
| الجذع الأسود | صفر | ٠,٢٥ | ٠,٥ | ١,٠ | ٢,٠ |

ويُجرى تفتيش تأكيدى آخر للدرنات لتقييم مستوى إصابتها بمختلف الأمراض والآفات قبل تسويقها

ولمزيدٍ من التفاصيل عن إنتاج تقاوى البطاطس فى المملكة المتحدة - وغيرها من الدول الغربية - يراجع Wurr (١٩٧٨) .

## إنتاج التقاوى فى مصر

### تطور إنتاج التقاوى المحسنة

ظلت مصر – حتى منتصف الستينيات – تستورد كل التقاوى اللازمة لزراعة العروة الصيفية . وكانت الكمية المستوردة سنويًّا لهذا الغرض تبلغ نحو ٥٠ ألف طنّ . وفى نفس الوقت .. كان يُخصص نحو ١٥٠ألف طنّ من محصول هذه العروة – الذى يبلغ حوالى ٧٠٠ ألف طنّ – لاستعماله كتقاوٍ للعروة الخريفية ، بعد تخزينها خلال أشهر الصيف فى النوالات ، أو على درجة حرارةٍ منخفضةٍ فى الثلاجات .

وكانت أكبر المشاكل – التى تواجه الاعتماد الكامل على الاستيراد بالنسبة لتقاوى العروة الصيفية – هى : توفير تلك التقاوى للمزارعين فى الوقت المناسب للزراعة ، وبالكمية والنوعية المناسبتين ، وتوفير النقد الأجنبى اللازم لشراء كميات متزايدة منها ، وبأسعارٍ متزايدة .

لأجل هذا .. بدأت وزارة الزراعة المصرية – بالتعاون مع الجهات المعنية – خاصةً الجمعية التعاونية الزراعية العامة لمنتجى البطاطس – بإنتاج تقاوى البطاطس للعروة الصيفية أيضا ، مع إخضاع حقول إنتاج تقاوى العروتين – الصيفية والخريفية – للإشراف العلمى ؛ بهدف الارتقاء بمستوى التقاوى المنتجة محليًّا إلى مستوى التقاوى المستوردة .

بدأ ذلك فى عام ١٩٦٥ بتنفيذ مشروع " إكثار وتحليم التقاوى المستوردة لإعادة زراعتها فى عروات البطاطس اللاحقة للعروة الصيفية "؛ حيث أنتج نحو ٣٠٠ طنّ من تلك التقاوى ، ثم ازداد الإنتاج – تدريجيًّا – فى السبعينيات وحتى منتصف الثمانينيات ، حين وصلت الكمية المنتجة من التقاوى المحسنة إلى نحو ٢٠ ألف طنّ سنويًّا .

وبرغم النجاح العملى الذى أُحرزَ فى مجال إنتاج التقاوى المحسنة التى يمكن استخدامها فى العروة الصيفية .. فإن الكمية المستوردة من التقاوى لهذه العروة لم تنخفض فى موسم ١٩٨٦/١٩٨٧ إلا بنحو ستة آلاف طنّ فقط ، ثم ازداد الوضع تدهورا فى موسم ١٩٨٧/١٩٨٨ ، حيث تم استيراد نحو ٤٩ ألف طنّ من التقاوى لزراعة العروة الصيفية .

ومنذ عام ١٩٨٩ تم تكوين المجموعة المصرية لإنتاج التقاوى بالتعاون بين كلّ من

الإدارة المركزية للبساتين بوزارة الزراعة، والإدارات التابعة لها بالمحافظات، وكلٌ من الجمعية التعاونية لمنتجى البطاطس، والاتحاد العام لمنتجى ومصدرى الحاصلات البستانية، والمعاهد المتخصصة بمركز البحوث الزراعية ( السعدنى وآخرون ١٩٩٢ ) .

## برنامج إنتاج التقاوي المحسنة

بدأ برنامج إنتاج التقاوى المحسنة ( للعروتين الخريفية والصيفية ) فى محافظات البحيرة ، والغربية ، والمنوفية، والدقهلية ؛ حيث خصصت قرى بأكملها لإنتاج التقاوى تحت إشراف دقيق . وتعطى هذه التقاوى محصولاً يتفوق على محصول التقاوى العادية (التى كانت تنتج محليًا للعروة الخريفية) بنحو ٣٠٪-٤٠٪ . وتستخدم لإنتاج التقاوى المحسنة تقاو مستوردة من رتبتى E و A، وإن كان من المفضل استخدام تقاوٍ من رتبة E فقط ، ولا تُستورد تقاوى من رتبة SE لارتفاع أسعارها ، أو من رتبة B لرداءة نوعيتها. وتعادل التقاوى المحلية المحسنة فى جودتها رتبة A .

ويتم اختيار القرى المخصصة لإنتاج التقاوى على أساس أن تكون معزولةً عن زراعات البطاطس المعدة للاستهلاك، أو المحاصيل الباذنجانية الأخرى، وأن تكون بعيدة عن مناطق تجمع حشرات المن ؛ مثل : أشجار الحلويات . ويزرع بكل قريةٍ صنف ورتبة معينة ، وتخضع الزراعة لدورةٍ ثلاثيةٍ .

وقد بدأ فى السنوات الأخيرة التركيز على الأراضى الجديدة لإنتاج التقاوى فيها؛ لتجنب الإصابة بالأمراض التى تعيش مسبباتها فى التربة .

**هذا .. وتراعى النقاط التالية عند إنتاج تقاوى البطاطس محليًا للعروات الخريفية والمحيرة الصيفية :**

١ – تزرع حقول إنتاج التقاوى بدرنات كاملةٍ غير مجزأةٍ ؛ تجنبًا لانتشار الأمراض الفيروسية .

٢ – تفضل الزراعات الصيفية المبكرة فى منتصف يناير عن الزراعات المبكرة جدًا قبل ذلك ، أو الزراعات المتأخرة ؛ لأن التبكير فى زراعة حقول إنتاج التقاوى عن منتصف شهر يناير يؤدى إلى نقص المحصول ، والتأخير عن هذا الموعد يؤدى إلى زيادة الإصابة بالأمراض الفيروسية .

٣ – ترش حقول إنتاج التقاوى بالمبيدات باستمرار، لمنع الإصابات المرضية والحشرية وخاصة حشرة المن والحشرات الثاقبة الماصة .

٤ – تجرى عملية التفتيش الحقلى أسبوعيًّا، وتزال – أثناء ذلك – جميع النباتات التى تظهر عليها أعراض الإصابة بأى مرض فيرسي ، وكذلك النباتات المصابة بالأمراض الأخرى .

٥ – تقلع عروش النباتات (أى نمواتها الهوائية) وهى ما زالت خضراء، على أن يكون ذلك قبل الحصاد بيومين على الأقل ؛ وذلك بجذبها يدويا ، ومراعاة ألا يتبقى منها أية نموات يمكن أن تجذب إليها المن .

وقد وجد Abdel-Aal وآخرون (١٩٩١) أن قتل النموات الخضرية فى حقول إنتاج التقاوى فى العروة الصيفية مبكرا كان أفضل من قتلها فى مرحلة متأخرة من نموها ، وأن استعمال المركبات التى تعطى قتل سريع مثل جساباكس Gesapax (أميترين ametryn) كان أفضل من استعمال المركبات الأقل سرعةً منه فى قتل النموات الخضرية . وقد انعكس ذلك على زيادة محصول العروة الخريفية التى زرعت بالتقاوى التى أنتجت فى العروة الصيفية ، ونقص نسبة إصابتها بفيرس التفاف أوراق البطاطس .

٦ – تجرى عملية العلاج التجفيفى للدرنات بعد تقليعها مباشرةً بالطريقة التالية :

أ – تهوى الدرنات لفترةٍ قصيرةٍ بعد التقليع .

ب – تجمع الدرنات فى مراود فى رأس الحقل، أو فى النوالة مباشرةً إن كانت قريبةً حيث تجرى لها عملية فرز أولى ، وتؤخذ عينات من الدرنات لتحديد نسبة الإصابات البكتيرية .

جـ – يستمر العلاج مدة ١٠ أيام–١٥ يوما – حسب نوع التربة، ودرجة النضج، والصنف – تظل خلالها البطاطس فى مراود بارتفاع متر ، وتغطى بطبقة سمكها ٥٠ سم من قش الأرز، مع تعفير القش بأى مبيد حشرى مناسب.

د – يُجْرى فرز آخر بعد انتهاء عملية العلاج التجفيفى ؛ وذلك لاستبعاد الدرنات التى كانت إصابتها غير ظاهرة عند الحصاد ، وتطورت أثناء العلاج .

هـ – يتم أثناء الفرز اختيار الأحجام المناسبة لاستخدامها كتقاو .

٧ – تعبأ الدرنات بعد ذلك فى أجولةٍ سعتها ٢٥–٣٠ كجم ، بدلاً من أقفاص الجريد .

٨ – تخزن الدرنات المعبأة فى الأجولة فى ثلاجات على حرارة ٣-٤ْم ، ورطوبةٍ نسبية ٨٥-٩٥٪ ، مع مراعاة ترك فراغاتٍ مناسبةٍ بين الرصات ، وعدم المغالاة فى ارتفاعها ؛ حتى لا يؤدى ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة داخل الثلاجات .

تخزن تقاوى العروة الخريفية فى الثلاجات بمصر خلال الفترة من شهر يونيو حتى شهر سبتمبر ، ويستمر التخزين إلى شهر نوفمبر بالنسبة لتقاوى العروة المحيرة ، وإلى شهرى ديسمبر ويناير بالنسبة لتقاوى العروة الصيفية . وترفع درجة الحرارة فى الأسابيع الأخيرة من التخزين إلى ١٠ْم-١٥ْم لإسراع الإنبات ، وقد يتم إخراج التقاوى من المخازن قبل زراعتها بنحو ٢-٣ أسابيع ، دون ما حاجةٍ إلى رفع درجة الحرارة . وتعتبر هذه الفترة ضروريةً لبد التنبيت الأخضر للدرنات .

تفرز الدرنات مرةً أخرى قبل زراعتها . ويجب ألا تجرى عملية الفرز إلا بعد ترك الدرنات فى مكانٍ مظللٍ جيد التهوية ؛ لفترة تكفى لأن تكتسب الدرنات درجة حرارة الظل. هذا .. وتتوفر فى مصر حاليًا ثلاجات تكفى أكثر من ١٥٠ ألف طنٍّ من تقاوى البطاطس وبذا تنتفى الحاجة إلى التخزين فى نوالاتٍ .

٩ – ومع ذلك .. فإن نسبةً من الدرنات المعدة لاستعمالها كتقاوٍ فى العروة الخريفية مازالت تخزن فى النوالات. وهذه يجب أن تعالج بالطريقة السالفة الذكر ، ثم تخزن فى نوالات نظيفةٍ لا يدخلها ضوء الشمس المباشر ، وأن تكون درجة حرارتها مناسبةً قدر الإمكان، مع ضرورة تطهيرها بأى مبيد حشرىٍّ مناسب لمقاومة فراش درنات البطاطس. ويجب عدم ارتفاع الدرنات لأكثر من مترٍ واحدٍ ، مع التغطية الجيدة بقش الأرز، لارتفاع ٥٠ سم . ويراعى – أيضًا – الكشف على الدرنات أثناء التخزين ؛ للتأكد من عدم إصابتها بالأمراض، وخاصةً العفنين الجاف والطرى ، مع استبعاد الدرنات المصابة فورا.

هذا .. ولا تترك الدرنات للتنبيت وهى فى مكانها؛ حيث تكون الظروف مظلمةً ؛ مما يؤدى إلى إنتاج نمواتٍ طويلة ورهيفةٍ ، بل يراعى إجراء عملية التنبيت فى مكانٍ يدخله ضوء غير مباشرٍ ، كذلك يراعى فرز الدرنات جيدًا لاستبعاد التالفة وغير النابتة . ولاتقطّع الدرنات على الإطلاق عند التخزين فى النوالات .

يتبين مما تقدم أن تقاوى البطاطس المحسنة المنتجة محليًا – فى العروة الصيفية – تغطى كل احتياجات العروتين الخريفية والمحيرة ، وجانبا كبيرًا من احتياجات العروة الصيفية التالية .

وتجدر الإشارة إلى أن العروة المحيرة – التى تزرع خصيصًا للتصدير من منتصف شهر أكتوبر حتى أواخر نوفمبر، والتى تعطى محصولها مبكرًا من منتصف شهر يناير ؛ مما يسمح بإطالة موسم التصدير – لا يمكن زراعتها إلا بتقاوٍ منتجة محليًّا ؛ لأن التقاوى المستوردة لا يمكن الحصول عليها قبل شهر ديسمبر. أى إن إطالة موسم التصدير ليبدأ من منتصف شهر يناير – بدلاً من منتصف شهر مارس – لا يمكن أن يتحقق إلا بالاعتماد على التقاوى المنتجة محليًا. هذا مع العلم أن موسم تصدير البطاطس المصرية إلى أوروبا ينتهى بنهاية شهر أبريل حسب النظم المعمول بها فى السوق الأوروبية المشتركة .

وكان قد اقترح توفير التقاوى اللازمة لزراعة العروة الصيفية بإحدى طريقتين، كما يلى :

١ – بأخذ تقاوى العروة الصيفية من محصول العروة الخريفية الذى ينتج فى ديسمبر أو يناير ، مع كسرِ طورِ السكون فى الدرنات بالمعاملات الكيميائية.

٢ – بأخذ تقاوى العروة الصيفية من محصول العروة الصيفية السابق ، مع تخزينه فى الثلاجات – كما أسلفنا – وتبلغ فترة التخزين فى هذه الحالة ٦–٧ أشهر .

ونظرًا لزيادة شدة الإصابة بالأمراض الفيروسية فى العروة الخريفية – بسبب ارتفاع درجة الحرارة ، وزيادة النشاط الحشرى – كان الاتجاه نحو الحل الثانى المتمثل فى أخذ تقاوى العروة الصيفية من محصول العروة الصيفية السابق ، مع تخزينه فى الثلاجات لحين استخدامه فى الزراعة . ومما شجع على رفض الحل الأول أنه يعنى إكثار التقاوى المستوردة مرتين (فى العروتين الصيفية والخريفية) قبل استعمالها فى العروة الصيفية التالية ، ويعنى ذلك تفاقم مشكلة الإصابات الفيروسية.

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن تخزين تقاوى البطاطس بحالةٍ جيدةٍ لمدة عشرة شهور ، دون أن يؤثر ذلك فى نسبة الإنبات عند الزراعة . وتتفاوت أصناف البطاطس فى مقدرتها على تحمل التخزين لفتراتٍ أطول من ذلك. وعلى الرغم من أن هذا الأمر غير ضرورى فى الإنتاج التجارى للتقاوى .. فقد أمكن تخزين تقاوى بعض الأصناف لفترات وصلت إلى ٣٢ شهرًا ، ووصلت فى الصنف نور ديلنج Noordeling إلى ثلاث سنواتٍ ونصف السنة ، ولكن النموات الناتجة من زراعة هذه الدرنات كانت فى جميع الحالات رفيعةً وضعيفةً (عن Smith ١٩٦٨) .

ويرجع ضعف النموات التى تكونها درنات البطاطس التى تخزن لفتراتٍ طويلةٍ – كان

تصل إلى ١٧ شهرًا – إلى نقص قدرة هذه الدرنات على تمثيل الإنزيمات اللازمة لتمثيل البروتينات التى تحتاج إليها النموات الجديدة (Kumar & Knowles ١٩٩٣).

## إنتاج التقاوى فى المملكة العربية السعودية

تنتج تقاوى البطاطس فى المملكة العربية السعودية فى العروة الربيعية (الصيفية) لاستخدامها فى زراعة العروة الخريفية فى شهرى سبتمبر وأكتوبر . وتزرع لهذا الغرض تقاوى أساسٍ مستوردة من الرتب العالية فى حقولٍ تعرف بخلوها من مسببات الأمراض والآفات التى تعيش فى التربة. ويتم فحص هذه الحقول مرتين أثناء نمو النباتات؛ للتأكد من عدم زيادة نسب الإصابات المرضية والحشرية عن الحدود القصوى المسموح بها (جدول ١١-٦) .

جدول ( ١١-٦ ) : الحدود القصوى المسموح بها من مختلف الإصابات المرضية والحشرية فى حقول إنتاج البطاطس بالمملكة العربية السعودية (عن Van der Zaag ١٩٩١) .

| الأعراض | المسبب | الحد الأقصى المسموح به (٪) فى التفتيش | |
|---|---|---|---|
| | | الأول | الثانى |
| الجذع الأسود وعفن الساق | *Erwinia* spp. | ٣ | ١ |
| الذبول البكتيرى | *Pseudomonas solanacearum* | صفر | صفر |
| الذبول الفيوزارى(أ) | *Fusarium* spp. | ١ | ١ |
| ذبول فيرتسيليم(أ) | *Verticillium dahliae* | ١ | ١ |
| الندوة المبكرة(ب) | *Alternaria solani* | ٥ | ١٠ |
| رايزكتونيا | *Rhizoctonia solani* | ١٠ | ١٠ |
| التفاف الأوراق(جـ) | PLRV | ٢ | ١ |
| موزايك(جـ) | $PVY^N$ | ٢ | ١ |
| تنقيط بالألوان(جـ) Calico | AMV | ٤ | ٢ |
| أنفاق بالأوراق | *Phthorimaea operculella* | -- | ١٠ |
| ثآليل على الجذور والدرنات | *Meloidogyne* spp. | ١ | ١ |

أ – الحد الأقصى المسموح به للذبول الفيوزارى وذبول فيرتسيليم – معًا – فى أىٍّ من الفحصين ١٪ .

ب – يُعنى بالأعراض إصابة معظم أوراق النبات .

جـ – الحد الأقصى المسموح به لجميع الإصابات الفيروسية مجتمعةً فى أىٍّ من الفحصين ٢٪ .

# طرق وممارسات زراعية وتقنيات خاصة فى إنتاج تقاوى البطاطس

## إنتاج الدرنات الصغيرة

يعد إنتاج الدرنات الصغيرة mini-tubers – بزراعة النباتات الناتجة من الإكثار الدقيق – فى التربة وسيلةً فعالةً لإنتاج تقاوى البطاطس التى يمكن استعمالها فى الزراعة . ويمكن لأجل تحقيق ذلك إما زراعة النباتات الناتجة من الإكثار الدقيق – مباشرةً – فى التربة ، وإما زراعة الدرنات الصغيرة جدًّا micro-tubers – الناتجة من نباتات الإكثار الدقيق – فى التربة. ويتم الإكثار الدقيق بزراعة القمم النامية لبراعم الدرنات على بيئة مورا شيج وسكوج معدلة . وعند زراعة النباتات الناتجة منها فى الصوبة ؛ فإنها تنتج درنات صغيرة يتراوح قطرها بين ٩ ملليمترات و ١٥ ملليمترًا خلال ٧٠ يوما من النمو فى التربة. كما أن نباتات الإكثار الدقيق التى تبقى فى المزارع لمدة ٨٦ يومًا تنتج درنات صغيرة جدًّا ، يتراوح قطرها بين ملليمترين و ١٠ ملليمترات ، وبعض الدرنات الصغيرة. وهذه الدرنات الصغيرة جدًّا تكونّ جلدًا أخضر صلبًا إذا عرضت للضوء لمدة ثلاثة أسابيع، ويمكن تخزينها فى الظلام على حرارة ٤ْم لمدة ستة شهور (Alloowalia ١٩٩٤) .

وقد فصّل Roy وآخرون (١٩٩٥) ، و Ahmed وآخرون (١٩٩٥) طريقة إنتاج تقاوى البطاطس الصغيرة الحجم بزراعة العقل الساقية فى أحواضٍ خاصةٍ فى الصوبة تُملأ حتى عمق ١٨سم بمخلوطٍ من البيت موس والبرليت بنسبة ٥ : ١ ؛ حيث يتم تجذير العقل القمية (للنباتات الصغيرة النامية فى البيئات الصناعية) تحت "المست mist قبل شتلها فى الأحواض، وتكرار الأمر نفسه بالنسبة للنموات الجانبية التى تتكون بعد فصل العقل القمية ؛ وبذا .. يمكن مضاعفة عدد الشتلات التى يُحصل عليها من كل نباتٍ نامٍ فى البيئة الصناعية ، مع الحصول على درناتٍ صغيرة mini-tubers تصلح كتقاوٍ .

## الاستعانة بالدرنات الهوائية كتقاوٍ

إن بالإمكان إنتاج درنات هوائيةٍ من البطاطس فى آباط الأوراق واستخدامها كتقاوٍ. ويتم إنتاج هذه الدرنات بزراعة عقلٍ ساقيةٍ تتكون كل منها من عقدة واحدة فى الصوبة، مع تعريض السيقان التى تنمو منها لفترةٍ ضوئيةٍ قصيرة. تؤدى هذه المعاملة إلى إنتاج حوالى ١١ درنةً هوائيةً – فى المتوسط – فى آباط الأوراق بكل نبات (Marinus ١٩٩٣). ويؤدى حصاد هذه الدرنات الهوائية باستمرار إلى زيادة الأعداد المنتجة منها بكل نبات،

ولكن مع حدوث انخفاض فى أحجامها إلى ٥-١٣ مم بدلاً من ١٤-١٩ مم ( Haverkort & Marinus ١٩٩٥ ) .

## توزيع الدرنات فى الضوء

وجد أن توزيع الدرنات - المستخدمة فى إنتاج محصول التقاوى - لفترة طويلة (حتى ٩٠ يومًا) على حرارة ٤°م وفى الضوء الصناعى أدى إلى زيادة عدد الدرنات الصغيرة المفضلة كتقاو ، و التى يتراوح قطرها بين ٢٨ ملليمترًا و ٤٥ ملليمترًا ؛ وذلك بسبب تسبب المعاملة فى زيادة عدد السيقان بكل نباتٍ عند إنتاج محصول التقاوى ( Waart ١٩٩٣) .

## المعاملة بالجبريللين قبل الزراعة

تؤدى معاملة الدرنات المستعملة فى زراعة حقول إنتاج التقاوى بحامض الجبريلليك بتركيز جزء واحدٍ إلى جزأين فى المليون إلى زيادة عدد السيقان/ نبات ، وزيادة عدد الدرنات من الأحجام الصغيرة المفضلة كتقاوٍ؛ دون التأثير على المحصول الكلى فى حقل إنتاج التقاوى. وتفيد هذه المعاملة بصفةٍ خاصةٍ فى إنتاج تقاوى الأصناف ذات الدرنات الكبيرة الحجم (Mikitzel ١٩٩٣) .

## كثافة الزراعة

تبعًا لـ Vecchio وآخرين (١٩٩١أ) فإن زيادة كثافة الزراعة فى حقل إنتاج التقاوى حتى ١٠-١٦ نباتًا/م$^2$ أدت إلى زيادة محصول الدرنات الصغيرة التى يتراوح قطرها بين ٢٨ ملليمترًا و ٥٥ ملليمترًا المفضلة كتقاوٍ، وكان ذلك مصاحبًا بانخفاضٍ فى عدد السيقان/نبات ، وفى متوسط وزن الدرنة ، ولكن كثافة الزراعة لم تؤثر على المحصول الكلى. وتأيدت هذه النتائج بأبحاث Nel وآخرين (١٩٩٣) الذين وجدوا - كذلك - أن العائد الاقتصادى من الزراعة الكثيفة ينخفض بزيادة كثافة الزراعة .

## معاملة حقول إنتاج التقاوى بمنظمات النمو

يؤدى رش النموات الخضرية للبطاطس فى حقول إنتاج التقاوى بالدامينوزايد Daminozide بتركيز ٥جم/لترٍ إلى زيادة عدد العيون على الدرنات المنتجة ( الدرنات

المزمع استعمالها كتقاو ) بنسبة حوالى ٢٧٪ إلى ٣١٪ ، دون التأثير على توزيعها بين طرفى الدرنة القاعدى والقمى ، وصغر حجم الدرنات ، مع عدم التأثير على المحصول الكلى المنتج من حقل إنتاج التقاوى (Mikitzel ١٩٩٥).

كما أدت معاملة النموات الخضرية بالبكلوباترازول Paclobutrazol بتركيز ٤٥٠ جزءاً فى المليون فى مرحلة مبكرة من تكوين الدرنات إلى زيادة أعداد الدرنات الصغيرة ؛ دون التأثير على المحصول الكلى (Bandara & Tanino ١٩٩٥) .

## اختبارات الكشف عن الإصابات البكتيرية

تنتشر بكتيريا العفن البنى *Pseudomonas solanacearum* فى بعض الدول التى تُستورد منها البطاطس بكميات كبيرة ؛ مثل هولندا التى توجد فيها البكتيريا منذ عام ١٩٩٥ ؛ الأمر الذى حدا بفرنسا إلى وضع قواعد للحجر الزراعى ؛ لمنع وصول البكتيريا إليها من هولندا ( Durand ١٩٩٦ ) .

وتتلوث درنات البطاطس ببكتيريا العفن الطرى *Erwinia carotovora* دون أن تظهر أية أعراض عليها. وفى إحدى الدراسات التى اتبعت فيها طريقة تحضين الدرنات tuber incubation method اكتشف وجود هذه البكتيريا فى ٨٢٪ من درنات التقاوى المستعملة تجاريًا فى فنلندا . وقد أوضح الحصر شيوع تحت النوع *E. carotovora* subsp. *atroseptica* عن *E. carotovora* subsp. *carotovora* (Harju & Kankila ١٩٩٣) .

كذلك تستخدم اختبارات الـ ELISA ، والـ PCR فى الكشف عن تلوث درنات التقاوى بهذه البكتيريا (De Boer & Ward ١٩٩٥) .

واكتشف كذلك وجود بكتيريا العفن الحلقى *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepdonicus* بأعداد كبيرة فى عديدٍ من العينات الدرنية والخضرية من أصناف بطاطس لا تظهر عليها أية أعراض مرضية (Kriel وآخرون ١٩٩٥أ) . وعلى الرغم من أن القواعد المنظمة للتفتيش الحقلى فى أمريكا الشمالية لا تسمح بأية نسبةٍ إصابة بهذا المرض ، إلا أنه لم يُقض عليه. ومن المعلوم أن أصناف البطاطس المقاومة لهذه البكتيريا يمكنها أن تتحملها، ولكن أعراض الإصابة لا تظهر عليها (عن Kriel وآخرين ١٩٩٥ب) .

ويجرى الكشف عن وجود البكتيريا المسببة لمرض العفن فى الأنسجة المصابة . بكفاءة باختبار الـ بى سى آر PCR ( Hu وآخرون ١٩٩٥ ).

# الفصل الثانى عاشر

# الأمراض والآفات ومكافحتها

## مقدمة

نتناول بالدراسة فى هذا الفصل الآفات الهامة التى تصيب البطاطس ، سواء أكانت من مسببات الأمراض ؛ مثل : الفطريات ، والبكتيريا ، والفيروسات والفيرويدات ، والميكوبلازما ، والنيماتودا ، أم من الحشرات والأكاروس. وسيكون التركيز على الآفات الهامة التى تصيب البطاطس فى المنطقة العربية بوجهٍ عامٍّ وفى مصر بوجهٍ خاصٍّ .

ومن المعروف أن البطاطس تصاب بأكثر من ٣٨ نوعًا من الفطريات ، وستة أنواع من البكتيريا ، و ٢٣ فيروسًا ، واثنين من الميكوبلازمات ، وفيرويدٍ واحدٍ ، و ٦٨ نوعًا من النيماتودا، و ١٢٨ نوعًا من الحشرات والأكاروسات ( عن Mendoza & Sawyer ١٩٨٥ ) .

وقد أعطى Ziedan (١٩٨٠) قائمة بأهم الأمراض التى تصيب البطاطس فى مصر؛ كما يلى :

| المرض | المسبب |
|---|---|
| **الأمراض الفطرية** | |
| القشف الأسود Black scurf | *Rhizoctonia solani* |
| الندوة المبكرة Early blight | *Alternaria solani* |
| العفن الجاف الفيوزارى Fusarium dry rot | *Fusarium solani* |
| الذبول الفيوزارى Fusarium wilt | *Fusarium oxysporum* |
| العفن الرمادى Gray mould | *Botrytis cinerea* |

| | |
|---|---|
| النـدوة المتأخرة Late blight | *Phytophthora infestans* |
| الارتشاح Leak | *Pythium debaryanum* |
| عفن قطعة التقاوى Seed piece decay | *Fusarium tabacinum, Fusarium oxysporum & Gliocladium roseum* |
| البقع الجلدية Skin spot | *Oospora pustulans* |
| ذبول فيرتسيليم Verticillium wilt | *Verticillium albo-atrum* |

**الأمراض المتسببة عن أكتينوميسيتات Actinomycetes أو بكتيريا**

| | |
|---|---|
| الجرب Scab | *Streptomyces scabies* |
| العفن الطرى الغروى Slimy soft rot | *Erwinia aroideae, E. carotovora* |
| الذبول البكتيرى أو العفن البنى Bacterial wilt | *Pseudomonas solanacearum* |

**الأمراض النيماتودية**

| | |
|---|---|
| نيماتودا التقرح Lesion nematode | *Pratylenchus* spp. |
| النيماتودا الكلوية Reniform nematode | *Rotylenchulus reniformis* |
| نيماتودا تعقد الجذور Root knot nematode | *Meloidogyne* spp. |

**الأمراض الفيروسية**

| | |
|---|---|
| فيرس التفاف أوراق البطاطس | Potato leaf roll virus |
| فيرس أى البطاطس | Potato virus A |
| فيرس إس البطاطس | Potato virus S |
| فيرس إكس البطاطس | Potato virus X |
| فيرس واى البطاطس | Potato virus Y |

## الأمراض

تصاب البطاطس بأكثر من ١٣٠ مسببًا مرضيًا من الفطريات، والبكتيريا، والفيروسات، والفيرويدات ، والنيماتودا كما أسلفنا . وتختلف الأمراض فى انتشارها وأهميتها من بلـد

لآخر. وقد انتقلت معظم هذه الأمراض وانتشرت جغرافيًا بواسطة الدرنات المصابة التي تستخدم كتقاوٍ ؛ حيث تؤدى زراعتها إلى ظهور المرض على النباتات التي تنمو منها ، ثم انتشاره في المنطقة بعد ذلك .

وقد شهد العالم عددًا من أوبئة البطاطس التي كانت لها آثار سيئة؛ ففي منتصف القرن الثامن عشر أدى انتشار فيرس التفاف الأوراق في ألمانيا وإنجلترا إلى نقصٍ كبيرٍ في المحصول. وفي منتصف القرن التاسع عشر قضى مرض الندوة المتأخرة على محصول البطاطس في الولايات الشمالية الشرقية من الولايات المتحدة . وبعد ذلك بفترةٍ وجيزةٍ انتشر نفس المرض بصورةٍ وبائيةٍ في أيرلندا ، وقضى على المحصول تمامًا في عدة سنوات متعاقبةٍ؛ وتسبب في إحداث مجاعاتٍ وهجرة نسبةٍ كبيرة من السكان. وقرب نهاية القرن التاسع عشر انتشر مرض التثالل Wart في بعض الدول الأوروبية بدرجةٍ كادت أن تقضى على الأصناف التي كانت منتشرةً في الزراعة حينئذٍ .

وقد كتب الكثيرون عن أمراض البطاطس؛ منهم : Bokx (١٩٧٢) بخصوص الأمراض الفيروسية ، و Hide & Lapwood (١٩٧٨) بخصوص الأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية، و Evan & Trudgill (١٩٧٨) بخصوص الأمراض النيماتودية، و Hooker (١٩٨١) الذي كتب عن الأمراض بوجهٍ عامٍ .

## الندوة المتأخرة

يسبب الندوة المتأخرة Late blight الفطر *Phytophthora infestans* .

### الأعراض

تلاحظ أعراض الإصابة في البداية في حواف وأطراف الأوراق على صورة مساحاتٍ مائية المظهر، غير منتظمة الشكل تزداد تدريجيًا في الحجم ، وتتحول أثناء ذلك إلى اللون البني أو الأسود، مع ظهور هالة أبهت لونًا حولها ( شكل ١٢-١ ، يوجد آخر الكتاب )، ثم تجف الأوراق المصابة وتموت . وفي الجو الجاف تبقى الأعراض على هذه الصورة المحدودة ، ولا تتكون جراثيم الفطر .

أما في الجو الرطب، فإن الإصابة تنتشر بشدة، ويظهر زغب أبيض اللون على السطح السفلي للأوراق مقابل المساحات المصابة – وخاصةً عند حوافها – يتكون من الجراثيم

الأسبورانجية للفطر وحواملها . ومع تقدم الإصابة ينتشر الفطر بسرعةٍ على النموات الخضرية؛ بما فى ذلك السيقان التى تظهر عليها بقع مماثلة لتلك التى تظهر على الأوراق. ويؤدى استمرار الإصابة إلى موت جميع الأجزاء الهوائية للنبات. وقبل أن تظهر الأعراض الوبائية للفحة يمكن الإحساس برائحة حريفة خفيفة تنتشر فى الحقول المصابة ، تكون نذيرًا بقرب ظهور الوباء .

كذلك تصاب الدرنات أثناء نمو النباتات فى الحقل ، لكن الأغلب أنها تتلوث بالفطر أثناء الحصاد عندما تتلامس مع نموات خضريةٍ مصابةٍ بالفطر . وتظهر على الدرنات المصابة مناطق بنية أو قرمزية اللون غير منتظمة الشكل. وإذا قطعت الدرنة فى المكان المصاب يلاحظ تلون أنسجتها تحت الجلد ولمسافة ١-١,٥سم فى منطقة الإصابة بلون بنى ضارب إلى الحمرة ( شكل ١٢-٢ ، يوجد فى آخر الكتاب ) . يُحْدث الفطر عفنًا جافًا فى الدرنات ، إلا أنه قد يتحول إلى عفن طرى إذا أصيبت الدرنة بكائنات أخرى ثانوية. هذا .. وتشتد إصابات الدرنات عند تساقط الأمطار أو مياه الرى بالرش التى تعمل على نقل جراثيم الفطر وأكياسه الأسبورانجية إلى حيث توجد الدرنات فى التربة .

تتميز الإصابة بالندوة المتأخرة بأن البقع المرضية لاتظهر فيها حلقات متتابعة حول مركزٍ واحدٍ ، ولا تحدها العروق الرئيسية للورقة ، كما فى الندوة المبكرة .

## وبائية المرض والظروف المناسبة لانتشاره

يعيش الفطر من موسمٍ لآخر فى الدرنات المصابة المعدة لاستخدامها كتقاو ؛ وهى التى تشكل المصدر الأولى للإصابة فى الحقل. وقد وجد أن المرض يمكنه أن ينتشر من بؤرةٍ أوليةٍ إلى مساحة كيلومترٍ مربعٍ كاملٍ خلال موسم النمو؛ وبذا فإنه يكفى أن تكون ٠,٠١٪ من التقاوى مصابة بالفطر لكى ينتشر المرض فى كل أرجاء الحقل . وتعد التقاوى القليلة الإصابة أشد خطورةً من التقاوى الشديدة الإصابة ؛ لأن الأخيرة لا تنبت، بينما تنتج الأولى نباتًا مصابًا يكون هو البؤرة الأولية التى ينتشر منها المرض فى الحقل.

كما يمكن أن تبدأ الإصابة - كذلك - من درناتٍ مصابةٍ تركت فى الحقل من موسمٍ سابق ؛ حيث تعطى عند إنباتها نباتاتٍ مصابةً تشكل مصدرًا أوليًا للإصابة .

ينتشر المرض فى الحقل بواسطة الكونيديا أو الجراثيم الأسبورانجية للفطر التى تنتقل

بواسطة المطر والرياح . يحتوى كل كيس جرثومىٍ على ٨-١٢ جرثومةً هدبيةً. تنتقل هذه الجراثيم بواسطة رذاذ المطر ومياه الرى بالرش ، وتسبح فى وجود غشاءٍ رقيق من الماء على السطح النباتى ، ثم تفقد الأهداب وتنبت محدثةً الإصابة ؛ وذلك فى حرارة ١٨ْم أو أقل . أما فى حرارة ٢٢-٣٢ْم ، فإن كل كيس جرثومىٍ يُحمل بواسطة الهواء وينبت مباشرةً – فى وجود غشاءٍ من الماء – معطيًا أنبوبة إنبات واحدةً؛ أى إن الكيس الجرثومى يعمل فى الحرارة العالية كجرثومةٍ كونيدية .

هذا .. وتتكون الأكياس الجرثومية فى رطوبةٍ نسبيةٍ تتراوح بين ٩١٪ و ١٠٠٪ ، وحرارة تتراوح بين ٣ و ٢٦ْم ، ولكن المجال الحرارى الأنسب لتكوينها يتراوح بين ١٨ و ٢٢ْم . وتتكون الجراثيم السابحة فى خلال ساعةٍ واحدةٍ إلى ساعتين فقط فى الأكياس الجرثومية التى تتكون فى حرارة ١٥ْم . ويكون إنبات كلٍ من الكونيديا والجراثيم السابحة سريعًا عند ارتفاع الحرارة عن ١٣ْم ، وخاصةً بين ١٦ْم و ٢٤ْم.

تجف الأجزاء المصابة من الدرنات إذا وضعت فى مخازن باردة وجافة ، ولكنها تنتشر بسرعةٍ كبيرةٍ إذا كان تخزينها فى حرارةٍ ورطوبةٍ عاليتين ( Dixon ١٩٨٤، وروبرتس وبوثرويد ١٩٨٦ ).

ويناسب بدء الإصابة جو بارد رطب . أما تقدم المرض ، فيناسبه الجو الدافئ . وقد وجد بالتجربة أنه إذا كانت الرطوبة النسبية ٧٥٪ أو أكثر والجو باردًا ، لكن دون أن تنخفض درجة الحرارة عن ١٠ْم ، فإنه يمكن توقع ظهور الإصابة بالندوة المتأخرة بعد ١٠ أيام . وتعرف هذه الفترة باسم Beaumont period ، وتُتخذ كأساسٍ للتنبؤ بالإصابة فى المملكة المتحدة، كذلك وجد أنه إذا كانت الرطوبة النسبية ٩١٪ أو أكثر لمدة ١١ ساعة فى اليوم خلال يومين متتالين ، وكان الجو باردًا ، لكن دون أن تنخفض درجة الحرارة عن ١٠ْم ، فإنه يمكن توقع ظهور الإصابة بالمرض بعد ١٠ أيام . وتعرف هذه الفترة باسم Smith period ( عن Wheeler ١٩٦٩ ).

يتبين مما تقدم أن أنسب الظروف لحدوث الإصابة بالمرض بصورةٍ وبائيةٍ هى عندما تكون الحرارة ليلاً حوالى ١٢ْم مع ندى غزيرٍ أو أمطارٍ، وحرارةٍ مرتفعةٍ نهارًا إلى ١٦-٢٤ْم مع رطوبةٍ نسبيةٍ عاليةٍ ، وخاصةً فى وجود الأمطار ، أو الضباب الكثيف ، أو الندى .

هذا .. ولم ينتج الفطر جراثيمه الجنسية (الجراثيم البيضية oospores) تحت ظـــروف الحقل الطبيعية - قبل عام ١٩٥٨ - إلا فى وادى تولوكا Toluca Valley بوسط المكسيك، ولكن الجراثيم البيضية ظهرت فى مناطق أخرى من العالم بعد ذلك؛ نتيجة لانتشار الطراز التزاوجى A2 -الذى لم يكن موجوداً إلا فى المكسيك - والذى يلزم للتزاوج مع الطــــراز التزاوجى A1 الواسع الانتشار (عن Andrivon ١٩٩٥) .

## المكافحة

**تلزم لمكافحة الندوة المتأخرة مراعاة ما يلى :**

١ - اتباع دورة زراعيةٍ ثلاثيةٍ أو رباعيةٍ .

٢ - استخدام تقاو معتمدة وخاليةٍ من الإصابة فى الزراعة .

٣ - التخلص من جميع نباتات البطاطس التى تنبت فى الحقل من درنـــات محصـــول سابق تكون قد تركت فى الأرض ؛ وذلك قبل الزراعة بالدرنات المعتمدة .

٤ - التخلص من النباتات المصابة التى تشاهد فى الحقـــل - أولاً بـــأول - بمجـــرد اكتشافها .

٥ - التخلص من النموات الهوائية المصابة قبل الحصاد برشها بحامض الكبريتيك ، أو ببعض مبيدات الحشائش - مثل الدكوات diquat ، والداينوســـب dinoseb - بغرض القضاء على جراثيم الفطر التى تصيب الدرنات عند الحصاد .

٦ - فرز الدرنات المصابة عند الحصاد ، والتخلص منها خارج الحقل ، واتخاذ كـــل الاحتياطات الممكنة لمنع تزريعها - حتى وهى فى خارج الحقل - ذلـــك لأنـــها تشكل مصدراً رئيسيًّا للإصابة بالمرض فى الزراعات التالية .

٧ - زراعة الأصناف المقاومة ، على أن تُؤخذ فى الحسبان احتمالات كسر المقاومة؛ نظرًا لتعدد السلالات الفسيولوجية للفطر المسبب للمرض . وقد وجـــد Stewart وآخرون (١٩٩٤) أن مقاومة النموات الخضرية ومقاومـــة الدرنـــات للمـــرض مرتبطتان ؛ مما يدل على توحد الجينات التى تتحكم فيهما أو ارتباطهما .

٨ - المكافحة الكيميائية : تستعمل فى المكافحة الكيميائية إما المبيـــدات الوقائيـــة ؛ وهى من مجموعة الداى ثيوكاربامات Dithiocarbamates ، وإمـــا المبيـــدات الجهازية التـــى تحتـــوى علـــى الأميـــدات الفينوليـــة Phenylamides ؛ مثـــل الميتالاكسيل metalaxyl .

يكون استعمال المبيدات الوقائية لأجل الحماية من الإصابة لأطول فترةٍ ممكنةٍ ؛ حيث تجرى أول رشةٍ عندما تتلاقى النموات الخضرية فى الخطوط ، ثم تستمر كل ١٠-١٤ يومًا بعد ذلك .

أما المبيدات الجهازية، فإنها توفر مكافحةً أفضل للفطر؛ حيث لا تُغسل المبيدات بفعل الأمطار أو الرى بالرش ، كما توفر الحماية للنموات الجديدة ، إلا أن الفطر سريع جدًا فى تكوينه سلالاتٍ جديدةً مقاومةً لتلك المبيدات إلى درجة أنه لا يمكن الاعتماد عليها منفردةً لأكثر من موسمين زراعيين متتاليين ؛ ولذا .. فإن بعض التحضيرات التجارية تحتوى على خليطٍ منها مع مبيداتٍ من مجموعة الداى ثيوكاربامات (Parry ١٩٩٠).

يفضل دائمًا الرش على التعفير؛ كما يفضل استعمال معدات الرش التى يمكنها توزيع الكمية اللازمة من المبيدات فى حجم قليلٍ من محلول الرش. والأفضل هو الرش بالطائرات التى يمكن بواسطتها المعاملة بالكمية اللازمة من المبيد فى حوالى ١٢-٢٠ لترًا فقط من محلول الرش للفدان ؛ ففى هذه الطريقة لا توجد خطورة من انتقال الأمراض من نبات لآخر بالملامسة أو بواسطة معدات الرش والجرار المستعمل فى سحبها .

ومن المبيدات الموصى بها محليًا (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٧) ما يلى :

جالبين نحاس ٤٦٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر ماء .

كوبرانتراكول ٥٥٪ مسحوق قابل للبلل (يحتوى على أكسى كلورور نحاس+ بروبينيب) بمعدل ٣٥٠جم/١٠٠ لتر ماء .

بريفيكيور(ن) ٧٢,٢٪ سائل بمعدل ٢٥٠ مل ( سم$^3$ )/١٠٠ لتر ماء .

ريدوميل بلص ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ١٥٠جم/١٠٠لتر ماء .

تستعمل المبيدات السابقة عند ظهور الإصابة ، وتكرر المعاملة بها كل ١٥ يومًا حسب شدة الإصابة والظروف الجوية .

كذلك يمكن استعمال المبيدات التالية :

كوبرين ( يحتوى على ٢٥٪ نحاسًا معدنيًا منشطًا ) بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر .

ســاندوكورم (يحتــوى علــى ٨٪ أوكساديكســيل ، و ٥٦٪ مــانكوزيب ، و ١٤,٢٪ سيموكسانيل) بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر ماء .

تراى ميلتوكس فورت (يحتوى على ٢٠٪ مانكوزيب ، و ٢١,٥٪ أمــلاح نحــاس - أوكسيكلور ، وسلفات ، وكربونات - و ٦٪ مركبات حديد) بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠لتر ماء .

ساندوفان إم٨ ( يحتوى علــى ٨٪ أوكساديكســيل ، و ٥٦٪ مــانكوزيب ) ، بمعــدل ٢٠٠جم/١٠٠ لتر ماء .

أنتراكول ٧٠ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠-٣٠٠جم/١٠٠ لتر ماء .

كوبرافيت Cupravit ، ودايرين Dyrene ، ويوبارين Euparen .

مانيب مسحوق قابل للبلل ( مثــل : ديــايثين Dithane ، وإم٢٢ M22 ، ومــانزيت Manzate ) .

زينب مسحوق قابل للبلل ، ويمكن أن يستعمل بدلاً منه خليط مــن النابــام nabam، وكبريتات الزنك، حيث يحل الزنك محل الصوديوم فى النابام. ومن التحضيرات التجاريــة للزينب دياثين ز ٧٨ Dithane Z 78. أما التحضير التجارى دياثين إم٤٥ Dithane M 45، فإنه يحتوى على كل من الزنك والمنجنيز .

بوليرام Polyram : مبيد آخر من مجموعة الدايثوكارباميت ( يعرف باســم متــيرام Metiram ).

كابتافول Captofol : من المبيدات التى أثبتت جدواها فى مكافحة كــلٍ مــن النــدوة المتأخرة والمبكرة ، وكذلك لفحة بوتريتس ، ومــن تحضيراتــه التجاريــة دايفولاتــان Difolatan .

كلوروثالونيل Chlorothalonil : من تحضيراته التجارية براڤو Bravo .

وقد أدى الرش بالميتالاكسيل/مانكوزب metalaxyl-mancozeb أثناء موسم النمو إلــى تقليل أعفان الدرنات المتسببة عن الفطر *P. infestans* - وفطريات أخرى - أثناء التخزين (Platt ١٩٩٤) .

تعطى أول رشةٍ من المبيدات الوقائية عندما لاتتعدى الإصابة ٠,١٪ ويؤدى تأخير أول رشة عن ذلك إلى ازدياد الضرر ، حتى مع استمرار الرش . ويحتاج محصــول العــروة الخريفية - عادةً - إلى ٣ رشات، وتكون الرشة الأولى - عادةً - بعد ٤٥-٥٠ يومًا من

الزراعة ، والرشة الثانية بعد ٢٥ يومًا من الأولى ، والثالثة بعد ١٥ يومًا أخرى . ويلزم نحو ٤٠٠ لتر من محلول الرش فى الرشة الأولى، ونحو ٦٠٠ لتر فى كل من الرشتين الثانية والثالثة . أما فى العروة الصيفية العادية ؛ حيث لا تلائم الظروف الجوية السائدة خلالها انتشار الإصابة؛ فإن النباتات ترش رشتين وقائيتين بأحد المركبات السابقة ، وبالنسب المنوه عنها، وتكون الرشة الأولى بعد نحو ٨٠ يومًا من الزراعة ، والثانية بعد ١٠ أيام من الرشة الأولى فى الأصناف المبكرة، وبعد ١٥ يومًا فى الأصناف المتأخرة النضج .

وتجدر الإشارة إلى أن التركيزات التى ترش بها بعض المبيدات مثل المانكوزب يمكن أن تخفض إلى ٢٠-٨٠٪ من التركيزات الموصى بها ؛ وذلك عند زراعة الأصناف ذات المقاومة الأفقية العالية للفطر ؛ مثل كارا Cara ، وبرودك Brodick ، وتوريدون Torridon (Clayton & Shattock ١٩٩٥) .

## الندوة المبكرة

يسبب مرض الندوة المبكرة الفطر *Alternaria solani* .

### الأعراض

تتميز الإصابة بظهور بقعٍ كبيرةٍ مستديرةٍ إلى بيضاوية الشكل رماديةٍ إلى بنيةٍ أو سوداء اللون على الأوراق . تكون هذه البقع جلدية الملمس وغائرةً قليلاً ، تحدها العروق ، ومحاطة – غالبًا – بهالةٍ صفراء اللون ، وتشاهد فيها حلقات متتابعة داكنة وفاتحة اللون ( شكل ١٢-٣ ، يوجد آخر الكتاب ) . ومع ازدياد البقع فى المساحة، فإنها تندمج بعضها ببعض تدريجيًا إلى أن تشمل الورقة كلها . ولا تظهر جراثيم الفطر على السطح السفلى للأوراق مقابل المساحات المصابة كما فى الندوة المتأخرة . يُفْرز الفطر المسبب للمرض مركبا سامًا للنسيج النباتى ينتشر فيه قبل تقدم الفطر ذاته من النسيج المصاب . ولذا تشاهد دائما هالة صفراء تحيط بالبقعة المرضية .

تبدأ الأعراض فى الظهور على الأوراق المسنة التى قاربت الوصول إلى مرحلة الشيخوخة ؛ وهى التى يكون الفطر أكثر ضراوةً عليها . ومع موت الأوراق السفلى، ينتشر المرض فى الأوراق العليا تدريجيًا . وبعد جفاف الأوراق المصابة ، فإنها تتدلى، ولكنها تبقى متصلةً بالنبات .

وقد تظهر الإصابة على سيقان النبات على صورة بقع بنية إلى سوداء اللون ، ولكنها نادرة الحدوث ؛ بعكس الحال فى إصابات الطماطم بالمرض ذاته .

كذلك تظهر أعراض الإصابة على الدرنات فى شكل بقعٍ محددةٍ يبلغ قطرها نحو ٢سم، وتكون منخفضةً قليلاً عن سطح الدرنة، وذات حافة مرتفعةٍ يكون لونها بنيًا ضاربا إلى الحمرة ، والّلينيةٌ . ونادرًا ما تتعمق الإصابة فى الدرنة إلى أكثر من سنتيمترٍ واحد (شكل ١٢-٤ ، يوجد آخر الكتاب) . وعلى خلاف الأوراق ، فإن الدرنات الصغيرة يمكن أن تصاب بالمرض مثل الدرنات الكبيرة .

## وبائية المرض والظروف المناسبة لانتشاره

ينتج الفطر المسبب للمرض عديدًا من الجراثيم الكونيدية الداكنة اللون فى الأنسجة المصابة . ويمكن لهذه الجراثيم أن تبقى محتفظةً بحيويتها خلال فصل الشتاء وعلى بقايا النباتات فى الحقل. وتنتشر الجراثيم بواسطة التيارات الهوائية – بصفةً رئيسية، ولكنها قد تنتشر كذلك بواسطة المطر ، ورذاذ مياه الرى بالرش ، والتقاوى المصابة . ويظهر المرض غالبا حينما لا توجد إصابة بالندوة المتأخرة .

ينتشر المرض فى الجو الحار الممطر، وكذلك فى الجو الحار الجاف عند كثرة الندى أو إذا كان الرى بطريقة الرش (سواء أستعملت طريقة الرشاشات الدوارة ، أم الرى المحورى)، ولكن تقل خطورة المرض كثيرًا فى الجو الجاف إذا كان الرى بطريقة الغمر أو بالتنقيط .

وتنتقل جراثيم الفطر بواسطة التيارات الهوائية، إلا أنها تحتاج إلى رطوبةٍ حرةٍ لكى يمكنها الإنبات وإحداث الإصابة .

يناسب الإصابة مجال حرارى واسع يتراوح بين ١٣°م و ٢٥°م ، ولا تتكون جراثيم الفطر الكونيدية فى حرارةٍ تزيد على ٢٧°م ، بينما تلزم لإصابة الدرنات حرارة منخفضة نسبيًا تتراوح بين ١٢°م و ١٦°م .

وتؤدى الرياح المحملة بالرمال إلى تجريح الأوراق وزيادة شدة الإصابة عند تواجد الفطر ، وخاصة إذا تبعها ندى غزير ، أو ضباب ، أو أمطار ، أو رىّ بالرش .

كما تؤدى جميع العوامل التى تدفع النباتات إلى الشيخوخة المبكرة – مثل الملوحة

العالية (Nachmias وآخرون ١٩٩٣) . والجفاف أو غدق التربة - إلى تهيئة النباتات للإصابة الشديدة بالفطر (Hill & Waller ١٩٨٨) .

## المكافحة

**تلزم لمكافحة الندوة المبكرة مراعاة مايلى :**

١ - اتباع دورةٍ زراعيةٍ ثلاثيةٍ .

٢ - استخدام تقاو سليمةٍ وخاليةٍ من الإصابة فى الزراعة .

٣ - التخلص من النموات الخضرية المصابة بحرقها .

٤ - حصاد الدرنات بعد تمام نضجها ؛ لأن الدرنات غير الناضجة تكون أكثر عرضة للإصابة ( Walker ١٩٦٩ ).

٥ - المكافحة الكيميائية :

من المبيدات الموصى بها محليًا لمكافحة مرض الندوة المبكرة ، ما يلى :

كوبرانتراكول ٥٥٪ مسحوقًا قابلاً للبلل بمعدل ٣٥٠جم/١٠٠ لتر ماء .

كوسيد ١٠١ ٧٧٪ مسحوقًا قابلاً للبلل بمعدل ١٥٠جم/١٠٠ لتر ماء .

وللوقاية من الندوة المبكرة ، ترش النباتات بأحد هذه المبيدات بعد حوالى ٥٠ يومًا من الزراعة ويكرر الرش كل ١٥-٢١ يومًا حسب حالة الإصابة والظروف الجوية .

ومن المبيدات التى أثبتت جدواها فى مكافحة الندوة المبكرة مبيدات الكارباميت؛ مثل : المانيب ، والزينب ، وكذلك الكابتافول Captafol .

كذلك يمكن استعمال المبيدات التالية : كوبرين بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر ماء، وساندوكور م بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماءٍ ، وتراى ميلتوكس فورت بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماءٍ ، وساندوفان بمعدل ٢٠٠جم/١٠٠ لتر ماءٍ ، وأنتراكول٧٠ بمعدل ٢٥٠-٣٠٠ جم/١٠٠لتر ماء .

يراعى دائمًا - عند استعمال المبيدات غير الجهازية - تكرار الرش على فترات متقاربةً (كل ١٠-١٥ يومًا)؛ وذلك لضمان تغطية النموات النباتية الجديدة - أولاً بأول -

بالمبيد حتى لا تنبت جراثيم الفطر إذا وقعت عليها. ويكفى – عادةً – ثلاث رشات بالمبيدات للوقاية من الإصابة بالمرض .

وقد أوضحت دراسات Shtienberg وآخرون (١٩٩٦) أن المبيدين الجهازيين تبوكونازول Tebuconazole ( فوليكر Folicur ) ، وداى فنوكونازول Difenoconazole (سكور Score) كانا فى بعض الأحيان أكثر كفاءةً من المبيدات غير الجهازية؛ مثل مانكوزب mancozeb ، وكلوروثالونيل chlorothalonil .

## الذبول الفيوزارى

يسبب مرض الذبول الفيوزارى Fusarium Wilt الفطر *Fusarium oxysporum* . قد تذبل النباتات المصابة فجأةً ، وقد تظهر الأعراض بصورةٍ تدرجيةٍ . وتنتج التقاوى المصابة نباتات متقزمةً ، نادرًا ما تصل إلى الحجم الطبيعى . أما النباتات التى تصاب عن طريق التربة ، فإن أوراقها السفلى تصفرّ أولاً ، ثم تمتد الإصابة إلى الأوراق العليا تدريجيًا ، ويلى ذلك ذبول الأوراق ، ثم موت النبات . وعند قطع سيقان النباتات طوليًا يلاحظ تلون الحزم الوعائية بامتداد الساق بلونٍ بنيٍّ ضاربٍ إلى الصفرة . ويمتد هذا التلون – أحيانًا – إلى نهاية الأفرع الرئيسية ، كما يظهر التلون ذاته فى النسيج الوعائى للدرنات المصابة . ويبدأ ذلك من الطرف القاعدى لدرنة ، ثم ينتشر فيها تدريجيًا نحو الطرف البعيد .

يُمّيز الذبول الفيوزارى عن ذبول فيرتسيلليم فى أن الفطر يغزو – كذلك – أنسجة الساق المجاورة للنسيج الوعائى فى حالة الذبول الفيوزارى؛ مما يؤدى إلى ظهور تحللٍ فى القشرة فى الجزء السفلى من ساق النبات ؛ يكون مصاحبًا بظهور أجزاء صغيرة متحللةٍ فى القشرة ، بينما لا يحدث ذلك فى حالة الإصابة بذبول فيرتسيلليم، كما يكون تلون النسيج الوعائى فى الدرنات المصابة بالذبول الفيوزارى أكثر دكنةً؛ مما فى حالات الإصابة بذبول فيرتسيلليم .

يعيش الفطر فى التربة وفى بقايا النباتات المصابة، وينتشر بواسطة الدرنات المصابة. تزداد الإصابة فى العروات الحارة الجافة ، وعند زيادة الرطوبة الأرضية.

وتلزم لمكافحة المرض اتباع دورةٍ زراعيةٍ، واستعمال تقاوٍ سليمةٍ فى الزراعة، وتجنب الرى الغزير .

## ذبول فيرتسيليم

يسبب مرض ذبول فيرتسيليم الفطرين *Verticillium dahliae* ، و *V. albo-atrum* .

### الأعراض

يصيب الفطر السيقان، والجذور، والمدادات، والدرنات. يبدأ ظهور الأعراض – عادةً – في مرحلة الإزهار ، وأول أعراض الإصابة هي التفاف الأوراق السفلى للنبات وتدليها ، وشحوب لونها ، ثم ذبولها وموتها ، مع تقدم هذه الأعراض تدريجيًا نحو الأوراق العليا ، إلى أن يموت النبات مبكرًا. وقد يظهر الاصفرار على الأوراق ، دون أن تظهر أعراض الذبول ، كما قد تظهر أعراض الإصابة على ساق واحدة – أو أكثر – من سيقان النبات ، بينما تظل بقية السيقان خاليةً من الأعراض (شكل ١٢–٥ ، يوجد في آخر الكتاب ) . وفي حالات الجو البارد الرطب لا يكون موت النباتات المصابة بالذبول سريعًا ، ولكنه يكون تدريجيًا ومن أسفل إلى أعلى. وعند عمل قطاعٍ عرضيّ في سيقان النباتات المصابة يلاحظ تلون الحزم الوعائية بلونٍ بنيّ أو أحمر (شكل ١٢–٦ ، يوجد آخر الكتاب) ، وقد يمتد هذا التلون إلى السيقان الأرضية والدرنات ، ولكن تلون الحزم الوعائية في الدرنات لا يعد من العلامات المميزة للإصابة ، كما تتلون العيون وأجزاء أخرى من سطح الدرنات المصابة باللون الوردى ، ولا يمتد هذا التلون كثيرًا داخل الدرنة . وتؤدى الإصابات الثانوية بالكائنات الأخرى المسببة للعفن إلى تعفن الدرنات .

وأهم ما يميز الإصابة بذبول فيرتسيليم عن الذبول الفيوزارى وغيره من الأمراض الفطرية والبكتيرية أن الساق ، أو الورقة ، أو الوريقة التى تظهر عليها الأعراض في النبات المصاب بذبول فيرتسيلليم تكون فيها الأعراض – سواء أكانت اصفرارًا، أم ذبولاً – في جانبٍ واحدٍ من العضو النباتى (assymetrical) . كذلك يكون تلون الحزم الوعائية المصابة بذبول فيرتسيلليم أقل مما في حالة الذبول الفيوزارى ، كما لا تتحلل الحزم الوعائية والأنسجة المجاورة لها في حالة ذبول فيرتسيلليم كما في حالات الإصابة بالعفن الحلقى ، والعفن البنى ، والذبول الفيوزارى.

ونظرًا لأن مجمل أعراض الإصابة بذبول فيرتسيليم تشبه أعراض الشيخوخة الطبيعية؛ لذا يطلق على المرض أحيانًا " الموت المبكر " Early Dying . تشاهد بداية الإصابة دائمًا في النصف الثانى من حياة النبات ، وتعمل الظروف البيئية القاسية – وخاصة ظروف الجفاف والملوحة العالية – على سرعة تطور أعراض المرض .

## الظروف المناسبة لانتشار الإصابة

تحدث الإصابة عن طريق زراعة درنات مصابةٍ أو ملوثة بالفطر ، أو عند الزراعة فى تربة ملوثة بالفطر . ويعتمد الفطر فى انتشاره على انتقاله مع التربة الملوثة التى تعلق بالتقاوى وبالآلات الزراعية ، كما يمكن أن تنتقل التربة الملوثة مع مياه الرى ، أو عندما تثيرها الرياح .

ويمكن للفطر أن يعيش فى التربة لمدة عشر سنوات فى غياب العائل المناسب؛ وذلك على صورة جسيماتٍ حجريةٍ microsclerotia ، هذا إلا أن للفطر عوائل كثيرةً جدًا تتضمن عديدا من المحاصيل الزراعية والحشائش. تعطى هذه الجسيمات الحجرية عند نشاطها نمواتٍ هيفيةً تخترق الجذور مباشرةً .

تتراوح درجة الحرارة المناسبة للإصابة بالمرض بين ١٧°م و ٢٢°م . وعمومًا .. فإن *V. albo-atrum* يناسبه الجو المائل إلى البرودة ، بينما يناسب *V. dahliae* الجو الدافئ نسبيًا .

تقل شدة الإصابة بالمرض – عادةً – عندما يكون الرى بطريقة الغمر ؛ مقارنةً بما يكون عليه الحال عند الرى بالرش، كما تزداد شدة الإصابة عند زيادة الرطوبة الأرضية فى مراحل النمو المبكرة . كما قد تؤدى زيادة الشد الرطوبى فى التربة إلى زيادة حالات الموت المبكر ؛ لما يسببه نقص الرطوبة الأرضية من نقصٍ فى النمو الجذرى ، وزيادة فى معدل إنبات الجسيمات الحجرية (Gaudreault وآخرون ١٩٩٥).

كذلك تنخفض حدة الإصابة بالمرض عند توفر العناصر الضرورية للنبات ، وخاصة النيتروجين ، ويكون الانخفاض أكبر عند توفر الفوسفور كذلك. وأفضل المستويات لذلك هى ٣٠٠ كجم نيتروجينا ، و ٢٤٠ كجم فوسفوراً $P_2O_5$ للهكتار (١٢٦ كجم وحدة نيتروجينًا ، و ١٠٠ كجم وحدة فوسفور للفدان ) . ويعتقد أن انخفاض الإصابة يكون مرده إلى زيادة مقاومة النباتات للفطر المسبب للمرض تحت هذه الظروف (Davis واخرون ١٩٩٤أ) .

وتزداد شدة الإصابة بالمرض فى ظروف الملوحة العالية ، كما تزداد حساسية النباتات للملوحة عند الإصابة بالمرض (Nachmias وآخرون ١٩٩٣) .

كما تزداد الإصابة بالمرض فى حالة تلوث التربة بالنيماتودا، وخاصة نيماتودا التقرح التى تنتمى إلى النوع *Pratylenchus penetrans* (Wheeler وآخرون ١٩٩٤)، والنيماتودا الذهبية *Globodera rostochiensis* .

ويستدل من عديدٍ من الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن أن الإصابة المشتركة بكلٍ من الفطر *V. dahliae* ونيماتودا التقرح *P. penetrans* تؤدى إلى زيادة شدة أعراض الذبول ، وزيادة النقص فى المحصول ، حتى عند تواجد الفطر بكثافةٍ منخفضةٍ لا تكون مؤثرةً بدرجةٍ واضحةٍ فى غياب النيماتودا . وربما يرجع تأثير النيماتودا إلى ما تحدثه من أضرارٍ بالجذور ، قد تؤدى إلى تحفيز إنبات الأجسام الحجرية الصغيرة الساكنة microsclerotia بما تسببه النيماتودا من زيادةٍ فى إفراز الجذور ، أو قد تشكل منفذا سهلاً للفطر إلى الأسطوانية الوعائية بالجذور . وعلى الرغم من أن نوع نيماتودا التقرح *P. crenatus* قد يتواجد هو الآخر بكثرةٍ، ويحدث نفس الأضرار التى تحدثها النيماتودا *P. penetrans* بالجذور، إلا أن النوع الأخير فقط هو الذى يتفاعل مع *V. dahliae*؛ الأمر الذى يعنى أن العلاقة بين الفطر والنيماتودا أكثر تعقيدًا من مجرد التجريح الذى تحدثه النيماتودا بالجذور، وخاصةً أن موقع إصابة الجذور بالفطر لم يكن مرتبطًا بموقع إصابتها بالنيماتودا (Bowers وآخرون ١٩٩٦) .

ولا يقتصر دور نيماتودا التقرح *P. penetrans* فى زيادة شدة الإصابة بالموت المبكر والتبكير فى ظهورها فى أصناف البطاطس القابلة للإصابة بفطر *V. dahliae* فقط ، بل يحدث تفاعل مماثل بين النيماتودا والفطر فى الأصناف المقاومة للفطر كذلك، ولكن أعراض الموت تكون أقل شدةً وأبطأ ظهورًا فيها ( Wheeler وآخرون ١٩٩٤ ) .

وقد أدت الإصابة المشتركة بكلٍ من الفطر *V. dahliae*، ونيماتودا التقرح *P. penetrans* إلى خفض توصيل الثغور ، ومعدل البناء الضوئى فى النموات الخضرية بنسبةٍ وصلت إلى ٤٤٪ قبل بداية ظهور أية أعراضٍ مرضية (Saeed وآخرون ١٩٩٧أ ، ١٩٩٧ب ).

## المكافحة

١ – عدم زراعة تقاو مصابةٍ بالفطر أو ملوثةٍ سطحيًا به ، حتى لو كانت الزراعة فى تربةٍ ملوثةٍ بالفطر .

٢ – تطهير التقاوى سطحيًا من الفطر الذى يتواجد مع التربة التى تعلق بدرنات التقاوى. ويستعمل لأجل ذلك الكابتان والمتيرام metiram بمعدل كيلوجرام واحد من المبيد لكل ٥٠٠ لتر من الماء . تنقع الدرنات فى المحلول لفترة قصيرة ، مع تغيير المحلول المطهر كلما كثرت فيه الأتربة . ولا تفيد هذه المعاملة فى التخلص من الإصابات الداخلية بالدرنات .

٣ – اتباع دورة زراعية تدخل فيها النجيليات والبقوليات ، وتستبعد منها الباذنجانيات الشديدة القابلية للإصابة بالفطر المسبب للمرض – مثل الطماطم ، والباذنجان – مع مكافحة الحشائش جيدًا ؛ لأن عددًا كبيرا منها يُصاب بالفطر .

٤ – أمكن مكافحة المرض بشكل جيد بقلب سماد أخضر من نباتات حشيشة السودان *Sorghum vulgare* var. *sudanese* ( صنف مونارك Monarch ) أو الذرة (صنف جوبولى Jubilee) قبل زراعة البطاطس (Davis وآخرون ١٩٩٦) .

٥ – مكافحة النيماتودا التى تزيد من شدة الإصابة بالمرض .

٦ – تجنب زراعة الأصناف شديدة القابلية للإصابة ، مثل كينيك Kennebec ، وواربا Warba ، وزراعة الأصناف المقاومة ؛ وهى كثيرة ؛ ومنها : بونتياك Pontiac، وسيكويا Sequoia (عن Rich ١٩٨٣) .

كذلك يتوفر عديد من الأصناف التجارية التى تتحمل الإصابة بذبول فيرتسيليم ، ولا يتأثر محصولها كثيرًا بالإصابة بالفطر ، إلا أن تكرار زراعتها فى نفس الأرض يؤدى إلى ازدياد كثافة التواجد الفطرى فى التربة؛ الأمر الذى تصبح معه صفة تحمل الإصابة عديمة القيمة (Plasencia & Banttari ١٩٩٧). وعلى العكس من ذلك .. فإن تكرار زراعة الأصناف والسلالات المقاومة فى نفس الأرض لمدة خمس سنوات لم يؤثر على مستوى مقاومتها، ولم يؤد إلى ظهور سلالات قادرة على كسر المقاومة ، بل إن تكرار الزراعة خفض كثيرًا من كثافة التواجد الفطرى فى التربة، وقلل من إصابة الأصناف القابلة للإصابة عندما زرعت بعد زراعة الأصناف المقاومة فى نفس الأرض (Davis وآخرون ١٩٩٤ب).

## القشرة السوداء ، أو تقرح الساق ، أو الرايزكتونيا

يسبب مرض القشرة السوداء Black Scurf الفطر *Rhizoctoni solani* .

### الأعراض

عند زراعة درنات مصابة بالفطر فإن القمة النامية بالنموات الجديدة تصاب سريعًا بالفطر (شكل ١٢-٧ ، يوجد فى آخر الكتاب)، وتصبح سوداء اللون قبل أن تظهر فوق سطح التربة. ويؤدى تكرار هذه الحالة إلى تأخر الإنبات وزيادة نسبة الجور الغائبة ، أو نمو عدد قيل من السيقان للنبات . ومع نمو السيقان فإنها تصبح أكثر مقاومةً للفطر ، وإذا أصيبت - حينئذٍ - فإن البقع تكون صغيرةً وقاتمة اللون على صورة تقرحاتٍ لا تؤدى إلى موت النبات ، وإنما إلى تقزمه .

تظهر الأعراض فى البداية على أجزاء الساق تحت الأرضية كتقرحاتٍ بنيةٍ يمكن أن تؤدى إلى تحليق الساق الحديثة الإنبات. ويمكن أن تؤدى التقرحات الشديدة إلى تكوين درنات هوائيةٍ والتفاف الأوراق وذبولها. كذلك تظهر على السيقان المتقرحة حلقة دقيقة بيضاء اللون إلى رماديةٍ باهتةٍ تتكون من هيفات الفطر وجراثيمه . تحيط هذه الحلقات بالساق فوق سطح التربة مباشرة ، وخاصةً فى الجو الرطب. أما النباتات الكبيرة السن، فإن تقرحات الساق تكون مصاحبةً فيها بالتفاف فى الأوراق، وارتخائها ، واكتسابها أحيانًا لونًا قرمزيًا .

ويمكن التمييز بين تقرح الساق والجذع الأسود ( الذى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* ) كما يلى :

| تقرح الساق | الجذع الأسود |
|---|---|
| ١ - التقرحات بنية ولها حافة محددة | البقع بنية قاتمة وليست محددة الحافة |
| ٢ - قد تتكون حلقة دقيقة بيضاء على الساق فوق سطح التربة | لا تتكون حلقات بيضاء حول الساق |
| ٣ - قد تتكون درناتٍ هوائيةٍ | لا تتكون درنات هوائية |
| ٤ - لا تتكون خطوط بنية قاتمة اللون | قد تظهر خطوط بنية قاتمة اللون أعلى الساق |
| ٥ - يكون نسيج الخشب عادى اللون | يكون نسيج الخشب بنى اللون |
| ٦ - لا تتعفن قطعة التقاوى | تتعفن قطعة التقاوى |

هذا .. وتنتشر الإصابة من جذع الساق إلى السيقان الأرضية ، والجذور ، والدرنات ، وتنتقل الإصابة بين الأجزاء تحت الأرضية للنبات بنمو الفطر إليها (شكل ١٢-٨ ، يوجد آخر الكتاب).

تؤدى إصابة الدرنات إلى تشويه منظرها والحط من جودتها، على الرغم من أن إصابة الدرنات ذاتها أثناء نموها لا يؤثر على حجمها النهائى أو صلاحيتها للاستهلاك . تظهر أعراض الإصابة على الدرنات فى صورة كتل سطحيةٍ صلبةٍ على شكل وسادة من هيفات الفطر تشكل طوره الساكن ، تكون بنية اللون داكنةً أو سوداء ، تلتصق بقوة بقشرة الدرنة، وتبدو مثل الطين ، ولاتزول بالغسل بالماء ، ولكن يمكن إزالتها بالأظافر بسهولةٍ ؛ وهى عبارة عن الأجسام الحجرية للفطر . وقد يصل قطر هذه الكتل الملتصقة إلى أكثر من سنتيمترٍ . وقد تظهر أحيانًا تشققات فى الدرنات ، وتبدو الأعراض كالقشف ، وتتشابه الأعراض فى هذه الحالة مع أعراض الإصابة بالجرب العادى. وتبدأ الأجسام الحجرية للفطر فى التكوين على سطح الدرنات عند بداية نضجها، وخاصة إذا تركت فى الحقل بعد قتل النموات الخضرية بهدف استكمال تكوين جلد الدرنة .

وعلى الرغم من أن إصابة الدرنات ذاتها لا يؤثر إلا على مظهرها ، إلا أن الدرنات التى تنتجها النباتات المصابة تكون غير منتظمة الشكل ، وقليلة العدد ، أو كثيرة العدد وصغيرة الحجم ، وتتكون قريبًا من سطح التربة . وتتراوح نسبة الدرنات المنتجة التى تتكون عليها اسكليروشيا الفطر من ٢٪ عند زراعة درنات معاملة بالبنسيكيرون pencycuron فى تربة معقمة بالميتام صوديوم إلى ٨٥٪ عند زراعة درناتٍ مصابةٍ فى تربةٍ غير معقمةٍ (Wicks وآخرون ١٩٩٦).

وتؤثر الإصابة سلبيًا على كلٍ من الكثافة النوعية للدرنات، ولون الشبس المُصَنَّع منها (Otrysko & Banville ١٩٩٢) ، حيث تؤدى إلى زيادة محتوى الدرنات من السكريات المختزلة (Hide & Horrocks ١٩٩٤).

وتقلل إصابة البطاطس بفطر *R. solani* من أعداد جميع أطوار النيماتودا الذهبية *Globodera rostochiensis* التى تصيب البطاطس ، كما تقلل من حيوية تلك الأطوار (Janowicz وآخرون ١٩٩٤).

## الظروف المناسبة لانتشار الإصابة

يعيش الفطر بين مواسم الزراعة على صورة أجسامٍ حجريةٍ أو ميسيليومٍ على

التقاوى ، وفى التربة ، وبقايا النباتات ، إلا أن الفطر لا تحوزه العوائل المناسبة فى غياب البطاطس ؛ حيث يصيب عددًا كبيرًا من المحاصيل المزروعة والحشائش .

تحدث الإصابة عند انخفاض درجة الحرارة لفترةٍ طويلةٍ ؛ حيث لا ينشط الفطر فى حرارة تزيد على ٢٦ْم ، بينما تبلغ الدرجة المثلى للإصابة ٢٠ْم. ويناسب انتشار المرض التربة الخفيفة الجافة .

## المكافحة

يلزم لمكافحة القشرة السوداء مراعاة ما يلى :

١ – اتباع دورةٍ زراعيةٍ رباعيةٍ تدخل فيها النجيليات التى لا تصاب بالفطر ، علمًا بأن تكرار زراعة البطاطس فى الحقل الواحد عامًا بعد آخر يقود حتمًا إلى زيادة معدل الإصابة بالمرض .

٢ – استخدام تقاوٍ سليمةٍ خاليةٍ من الإصابة بالفطر فى الزراعة .

٣ – يفيد تقصير الفترة بين الزراعة والإنبات فى تقليل إصابة سيقان النباتات بالفطر، ويجرى ذلك باستعمال تقاوٍ ذات قدرةٍ على إعطاء نمواتٍ سريعةٍ وقويةٍ ، وتنبيت التقاوى قبل زراعتها فى ظروفٍ تسمح بإنتاج نمواتٍ قصيرةٍ ، وسمكيةٍ، وخضراء .

٤ – تفيد الزراعة السطحية للتقاوى فى تقليل فرصة حدوث إصاباتٍ مبكرةٍ بالفطر خلال مرحلة النمو التى تزداد فيها حساسية النباتات للإصابة، على أن يتم الترديم على قواعد السيقان بعد استكمال الإنبات .

٥ – عندما تكون الزراعة فى حقلٍ يعرف عنه شدة تلوثه بالفطر المسبب للمرض، أو عندما تكون الزراعة لأجل التصدير إلى أسواقٍ خاصةٍ تحتاج إلى نوعيةٍ متميزة من الدرنات، يفضل معاملة التقاوى فى أى وقتٍ بين إنتاجها وقبل تنبيتها لأجل زراعتها بأىٍّ من المبيدات التالية ( عن Parry ١٩٩٠).

| المادة الفعالة | أمثلة المبيدات |
|---|---|
| iodophor + thiabendazole | باياتران Byatran ، وتيوبازول Tubazole |
| pencycuron | مونسيرين دىإس Monceren DS |
| quintozene | تيوبرجران Tubegran |
| tolcofos-methyl | رايزولكس Rizolex |

وقد أمكن مكافحة الفطر الذى يتواجد على سطح درنات التقاوى بغمر الدرنات لمدة ٢٠ دقيقة فى محلولٍ من الفورمالدهيد، أو بتعفيرها بالتولكوفوس/مثيل tolchofos-methyl، أو برشها بالفنبكلونيل fenpiclonil أو البنسيسيرون pencycuron، بينما لم تكن معاملة نقع الدرنات فى هيوكلوريت الصوديوم مؤثرةً .

كذلك أفاد نقع أو رش الدرنات بمعلق من جراثيم الفطر *Verticillium biguttatum* فى مكافحة الفطر المتواجد على سطح درنات التقاوى ( Wicks وآخرون ١٩٩٥) .

٦ – أمكن تحت ظروف الحقل خفض شدة إصابة البطاطس بالفطر *R. Solani* بمعاملة التربة بالكائنات الدقيقة المضادة للفطر، كما يلى (Schmiedeknecht ١٩٩٣) :

| الكائن المستعمل فى المكافحة الحيوية | متوسط الانخفاض فى شدة الإصابة (٪) |
|---|---|
| البكتيريا *Bacillus subtilis* | ٢١,١ |
| البكتيريا *Streptomyces* spp. | ٤٩,٤ |
| الفطر *Gliocladium roseum* | ٤١,٤ |
| الفطر *Trichoderma* spp. | ٧٤,٥ |

٧ – أمكن كذلك مكافحة الفطر أثناء النمو النباتى بالمعاملة بالبنسيسيرون pencycuron ( مونسرين ٢٥٠ Monceren 250 FS ) ، وكذلك بالمعاملة بالفطر تريكودرما هرزيانم *Trichoderma harzianum* مع جرعةٍ منخفضةٍ من البنسيسيرون، إلا أن المعاملة بأىٍ من الثيابندازول Thiabendazole (تكتو ٤٥٠ Tecto 450 FW) أو *V. biguttatum* أثرت سلبيًا على محصول الدرنات (Hausvater & Trnkova ١٩٩٣) . كما يذكر Jager & Velvis (١٩٩٥) أن *V. biguttatum* – وهو فطر مضاد للفطر *R. solani* – لم يكن مؤثرًا فى مكافحة القشرة السوداء تحت ظروف الحقل .

هذا إلا أن أبحاث Boogert وآخرون (١٩٩٤) أوضحت أن *V. biguttatum* يقلل كثيرًا من قدرة R. solani على تكوين الأجسام الحجرية ، ولكن خلايا *R. solani* لا تموت إلا بعد تجرثم *V. biguttatum* .

ويرى Wicks وآخرون (١٩٩٦) ضرورة الجمع بين معاملة التقاوى وتطهير التربة

لمكافحة المرض بصورةٍ جيدة. وقد تمكن الباحثون من مكافحة المرض جيدًا بتبخير التربة بالميتام صوديوم metam sodium بمعدل ٥٠٠لتر/هكتار (٢١٠ مل (سم³)/فدان)، مع إعطاء التقاوى أيًا من المعاملات التالية :

١ – الغمر لمدة ٢٠ دقيقة فى محلول فورمالدهيد بتركيز ٢٪ .

٢ – الرش بالبنسيسيرون pencycuron بمعدل ٠,١٥ مل (سم³) مادة فعالة/١٠ كجم درنات .

٣ – الرش بالإبروديون iprodione بمعدل ٢مل(سم³) مادة فعالة / ١٠كجم درنات.

٤ – الرش بمعلق جراثيم بالفطر *V. biguttatum* بتركيز ١٠⁶ جرثومة/مل(سم³).

٥ – التعفير بتلكلوفوس/مثيل tolclofos-methyl بمعدل ٤ جم مادة فعالة / ١٠ كجم درنات .

هذا .. بينما لم تكن معاملة التقاوى بأىٍ من الفطرين *Trichoderma harzianum*، أو *T. koningii* مؤثرةً فى مكافحة المرض، سواء أكانت زراعتها فى تربةٍ معقمةٍ ، أم غير معقمةٍ .

## تكسر الساق أو مرض اسكليروتنيا

يسبب مرض تكسر الساق الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* .

يعرف المرض بأسماءٍ أخرى عديدةٍ ؛ منها : العفن القطنى Cottony rot وتكسر الساق Stalk break ، وعفن الساق Stalk rot ، والعفن الأبيض White mold ، وعفن اسكليروتينيا الأبيض Sclerotinia white mold، ومرض اسكليروتنيا Sclerotinia disease.

### الأعراض

يصيب الفطر ساق النبات عند سطح التربة محدثًا فيها بقعًا مائيةً تمتد إلى أعلى مع موت بشرة النبات وتغير لونها ، ثم ظهور نموٍ أبيض من هيفات الفطر على الجزء المصاب من ساق النبات . ويلى ذلك ذبول النبات ، وانهياره ، ثم موته . وتظهر فى الأجزاء المصابة من النبات الأجسام الحجرية ( اسكليروشيا ) الفطر ، وهى أجسام سوداء اللون قد تبلغ ١٠ مم طولاً . ولا تصاب درنات النبات بالفطر عادةً .

### تواجد الفطر ومكافحته

يعيش الفطر فى التربة من موسمٍ لآخر فى صورة أجسامٍ حجريةٍ ، تنبت فى الجو الرطب المعتدل البرودة .

وللفطر مدى واسع جدًا من العوائل يتضمن معظم محاصيل الخضر .

ويكافح المرض بالتخلص من البقايا النباتية المصابة بالفطر ، واتباع دورةٍ زراعية تتضمن النجيليات التى لا تصاب بالفطر ، والرى المعتدل .

## عفن اسكلوروشيوم أو اللفحة الجنوبية

يسبب مرض اسكلوروشيوم Sclerotium Rot الفطر *Sclerotium rolfsii* .

### الأعراض

تحدث الإصابة فى جزء الساق الذى يقع تحت سطح التربة مباشرةً . ويكون النمو الخضرى للنباتات المصابة قاتمًا بصورةٍ غير عادية فى البداية ، ثم يعقب ذلك ذبول الأوراق واصفرارها . وتظهر بقع مائية المظهر على ساق النبات فى موقع الإصابة تزداد تدريجيًا فى المساحة إلى أن تحلق الساق ، ثم تظهر هيفات الفطر البيضاء اللون على ساق النبات وسطح التربة المجاور له . كذلك تظهر الأجسام الحجرية للفطر بكثرة وسط النمو الفطرى ، وهى أجسام كروية صغيرة يبلغ قطرها حوالى ملليمترٍ واحدٍ وذات لونٍ رصاصىّ قاتم . تموت النباتات بسرعةٍ من جرّاء إصابة السيقان . وقد تصاب الجذور كذلك ، وتبدو الإصابة فيها على صورة بقعٍ طريةٍ بيضاء اللون .

تصاب الدرنات كذلك ، وتظهر على الدرنات المصابة بقع صغيرة قليلاً ذات حوافٍ بنية اللون ، ويكثر ظهورها فى منطقة العديسات. ومع تقدم الإصابة تتعمق البقع فى الدرنات ، ويصبح لونها مصفرًا ، وتصبح الأنسجة المصابة رخوةً ومجعدةً، ثم تتمزق قشرة البقعة ، وتسقط تاركةً فجوةً غائرةً . وإذا تركت الدرنات المصابة فى مكانٍ دافئٍ رطبٍ يظهر عليها نمو فطرى غزير أبيض اللون ، وتتعفن .

### تواجد الفطر ومكافحته

يمكن للأجسام الحجرية للفطر أن تحتفظ بحيويتها لمدة تصل إلى خمس سنوات فى التربة الجافة ، ولكنها تفقد حيويتها خلال أسابيع قليلةٍ فى التربة الرطبة .

ويصيب الفطر أكثر من ٢٠٠ نوعٍ نباتيّ تتضمن جميع الخضروات تقريبًا .

ويكافح الفطر بزراعة تقاوٍ خاليةٍ من الإصابة ، والتأكد من جفاف الدرنات سطحيًا قبل تعبئتها وشحنها .

## الجرب المسحوقى

يسبب مرض الجرب المسحوقى Powdery Scab الفطر *Spongspora subterranea* كما ينقل هذا الفطر إلى نباتات البطاطس فيرس موب توب (قمة الممسحة) Mop Top Virus (Arif وآخرون ١٩٩٥) .

### الأعراض

تقتصر الإصابة على أجزاء النبات التى توجد تحت سطح التربة . ويختلف الجرب المسحوقى فى طبيعته عن الجرب العادى ؛ حيث تظهر أعراض الإصابة فى الجرب المسحوقى على الدرنات على شكل بثورٍ أو تقرحاتٍ بنيةٍ فاتحةِ اللون تحت جلد الدرنة تكون مرتفعةً قليلاً ، ثم تنتفخ ليظهر الفطر وجراثيمه بوضوحٍ . وتكون المناطق المصابة دائريةً يبلغ قطرها نحو ٥ مم ، ويحيط بها جلد الدرنة المتقطع ، وتظهر فيه كتل مسحوقية بنية اللون ، هى جراثيم الفطر ( شكل ١٢-٩ ) ؛ الأمر الذى لا يشاهد عند الإصابة بالجرب العادى .



شكل ( ١٢-٩ ) : أعراض الإصابة بالجرب المسحوقى فى درنة البطاطس .

وفى الأراضى الرطبة قد تأخذ أعراض الإصابة مظهرا مختلفًا ؛ حيث تتشوه الدرنات ، وتبرز منها نموات أشبه بالثآليل والأورام ، كما قد تظهر هذه النموات على الجذور كذلك؛ الأمر الذى لا يحدث عند الإصابة بمرض التثالل .

### تواجد الفطر ومكافحته

يعيش الفطر المسبب للمرض فى التربة على صورة " كرات جرثومية " لمدة ست سنوات. وتشتد الإصابة عند زيادة الرطوبة الأرضية مع انخفاض الحرارة عن ١٥ْم؛ حيث تحدث دورات جديدة من الإصابة بما ينتجه الفطر من جراثيم سابحة فى هذه الظروف. ونادرًا ما يظهر المرض فى المناطق التى يكون فصل الصيف فيها حارًا وجافًا.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى :

١ – اتباع دورةٍ زراعيةٍ طويلةٍ .

٢ – استخدام تقاوٍ سليمةٍ فى الزراعة .

٣ – زراعة الأصناف المقاومة للمرض ؛ مثل كنج إدوارد .

٤ – معاملة التقاوى بمسحوق الماتيب مع أكسيد الزنك ( مازن Mazin ) قبل زراعتها .

## العفن الجاف الفيوزارى

يعرف العفن الجاف الفيوزارى Fusarium Dry Rot – كذلك – بالأسماء : تحلل قطعة التقاوى Seed-Piece Decay ، وتحلل قطعة التقاوى الفيوزارى ، ويسببه الفطريات *Fusarium solani* var. *coruleum* ، و *F. sambucinum* ( أو *Gibberella pulicaris* ) ، وأنواع أخرى من الجنس *Fusarium* .

### الأعراض

تتعفن قطعة التقاوى المصابة بالفطر قبل إنباتها ؛ ولذا .. فإن كثرة الإصابة فى التقاوى تؤدى إلى غياب نسبةٍ عاليةٍ من " جور " الزراعة .

وتظهر أعراض الإصابة على الدرنات المخزنة بعد حوالى شهرٍ من بداية التخزين على شكل مناطق غائرةٍ بنيةٍ داكنة اللون ، أو رماديةٍ ، أو سوداء تكون – عادةً – فى مكان

خدش أو جرح . وينتشر العفن ببطء فى كل أجزاء الدرنة ، ويؤدى إلى جعل الأنسجة المصابة مجعدةً وغائرةً ، ويكون التجعد غالبًا على شكل حلقاتٍ متتابعةٍ. كما تظهر هيفات وجراثيم الفطر بلونٍ أبيض ورديٍ أو برتقاليٍ من خلال جلد الدرنة المتعفن. وقد تصاب هذه الدرنات بالكائنات الأخرى التى تحدث فيها عفنًا طريًا ( شكل ١٢-١٠ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

## الظروف المناسبة لانتشار الإصابة

يمكن للفطر أن يعيش فى التربة لمدة تسع سنواتٍ على الأقل فى غياب العائل ، ويكون تواجده على صورة جراثيم كلاميديةٍ .

تعمل الجروح ، والخدوش ، والقطوع على زيادة فرصة الإصابة بالفطر ؛ سواء أحدثت الإصابة فى التربة ، أم فى المخازن .

وتزداد فرصة الإصابة بالمرض إذا تركت درنات التقاوى المقطعة لفترةٍ طويلةٍ قبل زراعتها ، أو إذا زرعت فى تربةٍ باردةٍ وجافةٍ .

كما تزداد فرصة إصابة الدرنات المخزنة إذا حفظت بعد حصادها مباشرةً فى حرارة ٢°م-٥°م ؛ ويرجع ذلك إلى عدم التئام الجروح سريعًا فى هذه الظروف . ومتى أصيبت الدرنات فإن المرض ينتشر سريعًا فى حرارة التخزين الأعلى من ذلك (١٠-١٥°م) . وعمومًا .. فإن المرض تناسبه الرطوبة النسبية العالية وحرارة بين ١٥°م و ٢٠°م، وتزداد قابلية الدرنات للإصابة بزيادة عمرها الفسيولوجى .

## المكافحة

تلزم لمكافحة المرض مراعاة ما يلى :

١ – زراعة الأصناف المقاومة ؛ مثل كينبك Kennebec ، وجرين ماونتن Green Mountain ، وتيتون Teton .

٢ – معالجة التقاوى جيدًا بعد تقطيعها وزراعتها فى تربةٍ رطبةٍ .

٣ – تداول الدرنات بحرص أثناء حصادها وتداولها لتجنب تجريحها .

٤ – إجراء الحصاد بعد اكتمال تكوين الدرنات ، وتجنب إجرائه فى الصباح الباكر عند شدة انخفاض درجة الحرارة .

٥ – معالجة الدرنات جيدًا على حرارة ١٠°م لعدة أيام بعد حصادها، ثم تخزينها بعد ذلك على ٥°م (Rich ١٩٨٣) مع تهوية المخازن جيدًا .

٦ – تفيد معاملة الدرنات المخصصة للتقاوى – بمجرد تقليعها – بأحد المبيدات المناسبة ، والتى من أمثلتها ما يلى :

| المادة الفعالة | المبيد |
|---|---|
| carbendazim + tecnazene | مسحوق التعفير هورتاج تكناكارب Hortag Tecnacarb |
| iodophor + tecnazene | بايجران إف Bygran F |
| iodophor + thiabendazole | بايتران Byatran ، وتيوبازول Tubazole |
| imazalil | فنجافلور سى Fungaflor C |
| tencazene | فيوزاركس Fusarex ، وهايتك Hytec |
| tencazene + thiabendazole | هايتك سوبر Hytec Super |
| | ستورايت إس إس Storite S S |
| thiabendazole | ستورايت Storite ، وتكتو Tecto |

ويوصى محليًا باستعمال المبيد تكتو ٥٪ مسحوقًا لتعفير الدرنات بمعدل ١,٥ كجم لكل طن من الدرنات ، وذلك لمكافحة مختلف أعفان الدرنات الفطرية فى النوالات .

٧ – يمكن الحصول على نتائج جيدة عند محاولة مكافحة اثنين من الفطريات المسببة للمرض – هما : *F. sambucinum* (*Gibberella pulicaris*)، و *F. solani* var. *coruleum* – باستعمال عدة سلالات من الخميرة، ولكن البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* أعطت نتائج إيجابية (Schisler وآخرون ١٩٩٥). كذلك أمكن مكافحة الفطر *F. sambucinum* بواسطة البكتيريا *P. cepacia* (سلالة B37w) فى بيئة صناعية (Burkhead وآخرون ١٩٩٤).

وقد تعرف Burkhead وآخرون (١٩٩٥) على نحو ٢٠ عزلة بكتيرية كانت كل منها قادرة على إنتاج نوع واحد على الأقل من مضادات الحيوية التى تفيد فى مكافحة الفطر *F. sambucinum* المسبب للمرض .

## العفن الوردى

يسبب مرض العفن الوردى Pink Rot الفطر *Phytophthora erythroseptica* .

### الأعراض

تبدأ الأعراض فى الظهور عند منطقة اتصال الساق بقطعة التقاوى ؛ حيث يكون لونها أسود وتصبح لينةً وطريةً ومائية المظهر . تكون هذه الإصابة تحت سطح التربة ، ولكنها سريعًا ما تمتد أعلى الساق حتى الأوراق السفلى للنبات. ويلى ذلك ظهور عفن قاعدى طرى فى ساق النبات يكون مصاحبًا باكتساب النخاع مظهرًا مائيًا، وتلون الحزم الوعائية باللون البنى، مع تكون درناتٍ هوائيةٍ فى آباط الأوراق. وتظهر على النباتات المصابة بالقرب من نهاية موسم الزراعة ذبولاً باصفرار الأوراق السفلى ، ثم جفافها وسقوطها .

وتصاب الدرنات – عادةً – من خلال المدادات Stolons ؛ حيث يظهر بها عفن ينتشر سريعًا ويتحول سطح الأجزاء المصابة من الدرنة إلى اللون البنى القاتم بينما تكون حافتها أكثر دكنةً ، وتكتسب العديسات والعيون لونًا قرمزيًا أو أسود، ويكون من السهل إزالة جلد الدرنة فى مكان الإصابة . وعند قطع الدرنة لا يمكن فى البداية التعرف على مدى انتشار الإصابة فيها داخليًا ، ولكن بعد فترةٍ قصيرةٍ من تعرض النسيج المقطوع للهواء ، فإن الأجزاء المصابة منه بالفطر سريعًا ما يتغير لونها إلى اللون الوردى ، ثم إلى البنى ، فالأسود ( Cook ١٩٧٨ ) ( شكل ١٢-١١ ، يوجد آخر الكتاب ) . ويكون للدرنات المصابة رائحة الخل .

### تواجد الفطر ، والظروف المناسبة لانتشار المرض ومكافحته

يعيش الفطر فى التربة لعدة سنواتٍ فى صورة جراثيم بيضية ، تتكون فى سيقان البطاطس الهوائية وجميع أجزاء النبات الأخرى تحت الأرضية . تنبت الجراثيم البيضية منتجةً جراثيم سابحةً تسبح وتنتقل مع الماء الأرضى ؛ إلى أن تُحدث الإصابة .

وينتشر المرض فى حرارة تتراوح بين ١٠°م و ٣٤°م، ولكن الدرجة المثلى تبلغ ٢٥°م. وتناسبه الأراضى الرطبة الرديئة الصرف .

ويكافح المرض باتباع دورةٍ زراعيةٍ ثلاثيةٍ، وزراعة تقاوٍ سليمةٍ ، وعدم الإفراط فى الرى .

## الارتشاح أو عفن الجروح المائى

يسبب مرض الارتشاح Leak ، أو عفن الجروح المائى Watery Soft Rot الفطر *Pythium debaryanum* ، و *P. ultimum* .

### الأعراض

تبدأ إصابة الدرنات من خلال الجروح ، وقد تأتى بعد تعرض المحصول لأشعة الشمس القوية بعد الحصاد مباشرةً ؛ أى إن المرض ينتشر فى الظروف التى تزداد فيها الإصابة بظاهرة التربيش. يتغير لون جلد الدرنات المصابة إلى اللون الأسود، ويصبح ذا ملمس مطاطىٍّ. وفى المراحل التالية يؤدى أى ضغطٍ على الدرنات إلى خروج سائل ذى لونٍ فاتحٍ من العيون. وتصبح الأنسجة الداخلية المصابة حبيبية المظهر، وتأخذ لونًا رماديًا فاتحًا يتغير إلى اللون الوردى عندما تتعرض للهواء. ويصبح العفن الداخلى فيما بعد أسود اللون، ثم تتمزق أنسجة الدرنة الخارجية ؛ بحيث تظهر المناطق المتعفنة السوداء .

### الظروف المناسبة لانتشار المرض ومكافحته

يعيش الفطر فى التربة على صورة جراثيم بيضية ؛ تبدأ منها الإصابة . أما فى المخازن ، فإن الإصابة يمكن أن تنتشر بواسطة الجراثيم الاسبورانجية. ويناسب انتشار المرض حرارة ٢١°م ورطوبةٍ أرضيةٍ عاليةٍ فى الحقل ، أو رطوبة نسبية عالية فى المخازن .

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى :

١ – معالجة التقاوى المقطعة جيدًا قبل زراعتها .

٢ – تحسين الصرف وتجنب زيادة الرطوبة الأرضية .

٣ – جمع كل الدرنات من الحقل بعد الحصاد وعدم ترك أىٍّ منها .

٤ – المحافظة على الدرنات من الإصابة بالخدوش والجروح عند الحصاد ، وعدم تعريضها لأشعة الشمس القوية .

٥ – معالجة المحصول جيدًا بعد الحصاد مباشرةً .

٦ – التخزين فى مخازن باردةٍ وجافةٍ ( Burke ١٩٦٠ ) .

## البقعة الجلدية

يسبب مرض البقعة الجلدية Skin Spot الفطر *Oospora pustulans* وهو من أمراض المخازن الهامة ، وتؤدى كثرة الإصابة فى التقاوى إلى زيادة نسبة الجور الغائبة عند الزراعة ؛ ذلك لأن الإصابة تتركز حول عيون الدرنات .

## الأعراض

تصاب الدرنات أثناء نموها ، أو عند حصادها ، أو خلال تخزينها. وتحدث الإصابة من خلال العديسات والجروح السطحية . وتبدأ إصابات الحقل – غالبًا – من زراعة تقاوٍ مصابةٍ .

قد تصاب جميع أجزاء النبات التى توجد تحت سطح الأرض ، وتكون إصابتها على صورة بقعٍ صغيرةٍ بنيةِ اللون . وفى المراحل المتأخرة من الإصابة تظهر فى الأنسجة المتأثرة بالفطر شقوق عرضية صغيرة يتبعها تكون شقوق مستعرضة أكثر عمقًا واتساعًا، ولكنها لا تتعدى نسيج القشرة .

وتظهر أعراض الإصابة على الدرنات إما على صورة نمواتٍ بارزةٍ صغيرةٍ ، وإما على شكل بقعٍ دائريةٍ صغيرةٍ غائرةٍ قاتمة اللون يكون مركزها بارزًا قليلاً. ويتوقف مظهر الإصابة على الصنف، ولكن نادرًا ما يزيد قطر النمو البارز أو البقعة الغائرة عن ملليمترٍ واحدٍ ، ولكن الإصابات قد تلتحم معًا لتكونَ مساحاتٍ أكبر من النسيج المصاب . وتتركز الإصابة غالبًا حول العيون . وعلى الرغم من حدوث الإصابة فى الحقل ، إلا أن الأعراض لا تظهر غالبًا على الدرنات إلا بعد التخزين لأسابيع قليلةٍ .

## الظروف المناسبة لانتشار الإصابة

يعيش الفطر بين مواسم الزراعة على صورة جسيماتٍ حجريةٍ microsclerotia فى التربة بالحقل ، أو فى التربة الجافة التى تنقل إلى المخازن مع الدرنات .

ويناسب انتشار المرض فى المخازن الحرارة المنخفضة بعد حصاد الدرنات مباشرة ، وارتفاع الرطوبة النسبية. أما تحت ظروف الحقل ، فإن الإصابة تناسبها زيادة الرطوبة الأرضية .

### المكافحة

تجب لمكافحة المرض مراعاة ما يلى :

١ – زراعة التقاوى المعتمدة الخالية من الإصابة .

٢ – تنبيت الدرنات قبل زراعتها واستبعاد الدرنات التى تفشل فى الإنبات .

٣ – تحسين الصرف .

٤ – زراعة الأصناف المقاومة ؛ مثل ديزرية .

٥ – معاملة الدرنات المخصصة للاستعمال كتقاو فور حصادها بأحد المبيدات المناسبة؛ مثل :

| المادة الفعالة | المبيد |
|---|---|
| imazalil | فنجافلور سى Fungaflor C |
| iodophor + tencazene | بايجران أف Bygran F |
| iodophor + thiabendazole | بايتران Bytran ، وتيوبازول Tubazole |
| tencazene + thiabendazole | هايتك سوبر Hytec Super |
| | ستورايت إس إس Storite S S |
| thiabendazole | ستورايت Storite ، وتكتو Tecto |

٦ – الحصاد المبكر .

٧ – معالجة الدرنات سريعا وجيدًا بعد الحصاد مباشرةً .

٨ – تخزين الدرنات فى مخازن جافةٍ جيدة التهوية .

## العفن الفحمى

يسبب مرض العفن الفحمى Charcoal Rot الفطر *Macrophomina phaseolina* .

### الأعراض

يبدأ المرض من التقاوى المصابة ؛ حيث ينمو الفطر من الدرنة الأولى إلى السيقان النامية منها حتى سطح التربة ، وتظهر الإصابة على صورة عفن سطحى قاتم اللون ،

يشبه فى مظهرة – إلى حدٍ ما – مرض الجذع الأسود . وغالبًا ما تصاب الساق بكائنات أخرى ثانويةٍ بعد تعفن قاعدتها ؛ حيث يموت النبات فى نهاية الأمر . وقد يصيب الفطر الدرنات من خلال العديسات؛ محدثًا بها أعراضًا تشبه – إلى حدٍ ما – أعراض الإصابة بالندوة المتأخرة . وتظهر الأجسام الحجرية للفطر فى الأنسجة المصابة ، وخاصة فى السيقان الجارية .

**تواجد الفطر والظروف المناسبة لانتشاره**

يعيش الفطر بين مواسم الزراعة على صورة أجسامٍ حجريةٍ فى التربة وفى بقايا النباتات .

يتطفل الفطر على مدى كبيرٍ من العوائل ؛ منها الفاصوليا وبعض الحشائش المعمرة . وهو يصيب البطاطس عندما تكون رطوبة التربة وحرارتها أعلى من المدى المناسب للمحصول . وأنسب حرارةٍ للإصابة بالمرض هى ٣٠°م . وتشكل الجروح منفذًا جيدًا للإصابة بالفطر .

**المكافحة**

يكافح مرض العفن بمراعاة ما يلى :

١ – تحسين الصرف فى المزرعة .

٢ – معاملة التقاوى بالبكتيريا *Bacillus subtilis* التى تضاد الفطر المسبب للمرض .

٣ – الحصاد قبل حلول الجو الحار .

٤ – معاملة الدرنات بحرصٍ أثناء حصادها وتداولها ؛ لتجنب تجريحها ( عن Rich ١٩٨٣) .

**الغرغرينا**

يسبب مرض الغرغرينا Gangarene الفطر *Phoma exigua* var. *foveata*، وهو مرض لا يصيب البطاطس – عادةً – إلا فى المخازن ؛ حيث لا يظهر إلا بعد نحو شهرٍ من تخزين الدرنات .

## الأعراض

تصاب الدرنات بالفطر قبل الحصاد ، أو أثناء التخزين من التربة الملوثة التى تعلق بالدرنات. وتبدأ أعراض الإصابة على صورة انخفاضات صغيرة مستديرة إلى بيضاوية الشكل فى سطح الدرنة ، تكون – عادة – فى مواضع جروح سابقة ، أو عيون، أو عديسات. ومع تقدم الإصابة تزداد مساحة هذه البقع تدريجيًا ، وتأخذ شكل بصمة الإصبع، وتكون محاطة بجلد ناعم لونه رمادى قاتم . ويمكن أحيانًا مشاهدة الأجسام البكنيدية القاتمة اللون للفطر فى موضع الإصابة . كما يمكن عند قطع الدرنات المصابة رؤية فجوات كبيرة فيها تكون مبطنة بالنموات الهيفية للفطر. وتوجد دائمًا حدود فاصلة واضحة بين الأنسجة السليمة والمصابة .

وعلى الرغم من إصابة النموات الخضرية للبطاطس والدرنات بالفطر أثناء موسم النمو إلا أن ذلك لا يكون ملحوظًا. وتحدث إصابة السيقان من خلال آثار الأوراق ؛ حيث تظهر عليها مساحات صفراء تتحول تدريجيًا إلى اللون الأصفر ، وتؤدى – فى نهاية الأمر – إلى تكسر الساق. كما تتكون بكنيديا الفطر ذات اللون البنى الضارب إلى السواد فى مواقع الإصابة . وتزداد شدة الإصابة عند زيادة الرطوبة الأرضية .

يعيش الفطر بين مواسم الزراعة فى التربة لعدة سنوات ، وفى الدرنات ، التى تعد الوسيلة الوحيدة لانتقاله .

## المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى :

١ – حصاد الدرنات وتداولها بعد الحصاد بحرص ، بهدف تجنب تجريحها .

٢ – الاهتمام بإجراء عملية العلاج التجفيفى بشكل جيد ؛ بهدف سرعة التئام الجروح التى تحدث منها الإصابة .

٣ – تخزين الدرنات فى حرارة ٥°م–٨°م .

٤ – التخلص من بقايا النباتات المصابة ، ومن النباتات التى تنمو من درنات بقيت فى الحقل من محصول سابق .

٥ – زراعة تقاو معتمدة خالية من الإصابة .

٦ – زراعة الأصناف الأكثر مقاومةً من غيرها ؛ مثل كاريبو Cariboo ، وكاريبى Caribe .

٧ – معاملة الدرنات فى المخازن بأحد المبيدات المناسبة ، والتى منها (عن Parry ١٩٩٠) .

| المادة الفعالة | المبيد |
| --- | --- |
| imazalil | فنجافلور سى Fungaflor C |
| iodophor + thiabendazole | بايتران Bytran ، وتيوبازول Tubazole |
| tencazene + thiabendazole | هايتك سوبر Hytec Super |
| | ستورايت إس إس Storite S S |
| thiabendazole | ستورايت Storite ، وتكتو Tecto |

## التثآليل

يسبب مرض التثآلل Wart نوعا من الفطريات الغروية Slime Molds ؛ وهو *Synchytrium endobioticum* .

### الأعراض

يصيب الفطر جميع أجزاء النبات تحت سطح التربة فيما عدا الجذور ، كما قد يصيب الأوراق والأزهار كذلك . يتراوح حجم الثآليل التى تظهر على الدرنات بين مجرد عقد صغيرةٍ لا تزيد على حجم رأس الدبوس ونموات كبيرةٍ تغطى جزءاً كبيرًا من سطح الدرنة. وتكون التآليل فى الدرنات طريةً وإسفنجيةً، ويكون لونها – فى بداية الأمر – مثل لون النسيج المصاب ذاته ؛ فهى – مثلاً – تكون خضراء اللون إذا كانت الدرنات معرضة للضوء، ولكن يتغير لون الثآليل بعد فترةٍ من تكونها إلى اللون البنى الصدئ أو الأسود . ويعيش الفطر المسبب للمرض فى الطبقات الخمس الخارجية من الثآلول ، وينطلق منها إلى التربة عندما تتحلل . وتتكون الثآليل من أنسجةٍ انقسمت خلاياها بكثرةٍ وتضخمت بشدة بغير نظام ؛ وهى تشبه فى مظهرها قرص القنبيط ، وخاصة فى إصابات الأجزاء الهوائية .

### تواجد الفطر والظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر بين مواسم الزراعة على صورة أكياس أسبوراتجية ساكنة تبقى فى التربة أو على سطح درنات التقاوى المصابة. ويمكن أن تعيش هذه الأكياس الجرثومية الساكنة فى التربة لمدة قد تصل إلى ٣٠ عامًا فى غياب العائل .

ينتقل الفطر المسبب للمرض مع التربة الملوثة ، والأسمدة البلدية ، والدرنات المصابة ، وخاصة من الأصناف المقاومة التى قد تحمل الفطر المسبب للمرض على الرغم من خلوها من الأعراض المميزة للإصابة .

يناسب المرض توافر الرطوبة – لكى تنبت الجراثيم الساكنة والأكياس الجرثومية، وتتحرر وتسبح الجراثيم السابحة – وحرارة تتراوح بين ١٢ و ٢٧°م .

وفى إحدى الدراسات المعملية، وجد أن أنسب حرارة لحدوث الإصابة كانت ١٥°م، وأن الإصابة انخفضت بنسبة ٩٠٪ عند انخفاض الحرارة إلى ١٢°م أو ارتفاعها إلى ١٨°م (Hampson وآخرون ١٩٩٤).

### المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى :

١ – استخدام تقاوٍ معتمدة فى الزراعة .

٢ – زراعة الأصناف المقاومة ، وهى كثيرة .

٣ – التخلص من النباتات المصابة .

٤ – أدت معاملة التربة بقشور الكائنات البحرية؛ مثل سرطان البحر (الاستاكوزا) والجمبرى إلى انخفاض شدة الإصابة بالتثآلل ، والحد من كثافة تواجد الفطر المسبب للمرض (Hampson & Coombers ١٩٩٥).

## الجرب العادى

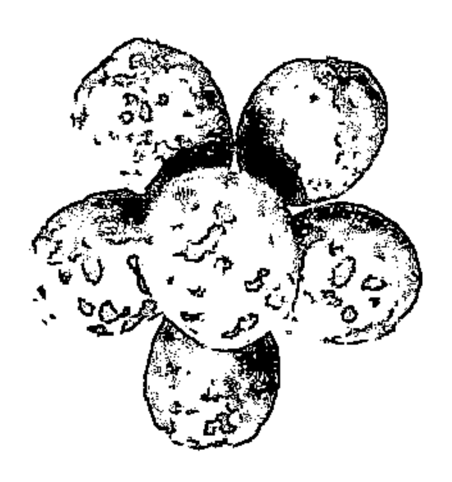
يسبب الجرب العادى عدة أنواعٍ من الجنس *Streptomyces* ، أهمها *S. scabies*، وكذلك *S. acidiscabies* ، و *S. caviscabies* (Liu وآخرون ١٩٩٥، Goyer & Beaulieu ١٩٩٧). ويصنف هذا الجنس غالبًا ضمن الفطريات ؛ حيث إنه ينتج هيفات أثرية تعطى

جراثيمًا بتكوين جدرٍ فاصلةٍ بها ، ولكن يصنف هذا الجنس أحيانًا كذلك ضمن البكتيريا. وهو ينتمى إلى رتبة Actinomycetales وعائلة Streptomycetaceae .

## الأعراض

يمكن أن تبدأ الإصابة فى أية مرحلة من نمو النبات ، ولكنها تبدأ – عادةً – عندما تصبح الدرنات فى حجم الليمونة الصغيرة. وتزداد الإصابة بعد الفترات التى يسودها جو حار جاف . وتلاحظ الأعراض أولاً على شكل تلونٍ بنيّ فى مساحاتٍ صغيرة من سطح الدرنة ، ولا تلبث هذه البقع أن تزداد فى المساحة وفى العمق ، إلى أن تصبح خشنة الملمس ، وفلينية المظهر ، مرتفعة قليلاً ، وتختلف فى المساحة من مجرد نقطٍ صغيرة قليلةٍ إلى بقعٍ كبيرةٍ وكثيرةٍ تغطى معظم سطح الدرنة . تحاط هذه البقع بنسيج فلينيّ ، ويكون لونها مشابهًا للون الدرنة ( شكل ١٢–١٢ ) . ومن الأعراض الأخرى لهذا المرض أن تكون إصابة الدرنات سطحية ، وعلى شكل شبكةٍ ؛ فيأخذ بذلك جلد الدرنة مظهرًا شبكيًا ، وتتكون نقر سطحية على الدرنة .

تحدث الإصابة من خلال العديسات . وتبدأ أعراض الجرب فى الظهور عندما تكوّن الدرنات نسيجًا فلينيًا كحاجز دفاعيّ ضد الفطر . ويمكن للفطر أحيانًا اختراق هذا الحاجز؛ لتكوّن الدرنة حاجزًا آخر أعمق من سابقة ؛ فيتكون نتيجةً لذلك جربًا أعمق . ويتكون النسيج الفلينى نتيجة للانقسام الزائد – غير الطبيعى – فى مواقع الإصابة .



شكل ( ١٢–١٢ ) : أعراض الإصابة بالجرب العادى فى درنات البطاطس .

لا تؤثر الإصابة على كمية المحصول المنتج ، ولكنها تخفض من القيمة التسويقية للبطاطس ، كما تزيد من احتمال إصابة الدرنات بالكائنات الأخرى المسببة للعفن . وعمومًا فإن المرض لا يتعدى أبدًا منطقة القشرة ، ويمكن غالبًا إزالة البثرات بالظفر . ونادراً ما تصاب الدرنات بالمرض فى المخازن .

## الظروف المناسبة لانتشار المرض

يتنقل مسبب المرض إلى الحقول الخالية منه مع التقاوى المصابة، ومع التربة التى تنتقل إلى الحقل بالوسائل الميكانيكية ، أو مع ماء الرى ، أو بفعل الرياح ، وكذلك مع الأسمدة العضوية التى لم يكتمل تحللها .

ويمكن للكائن المسبب لهذا المرض أن يعيش فى التربة لسنوات عديدة، وينشط فى الأراضى الجيدة الصرف الخفيفة ، وفى مدى حرارى يتراوح بين ٢٢°م و ٣٠°م ، وفى مجال pH يتراوح بين ٦,٥ و ٧,٥ ، وفى المواسم الجافة ، وعند زيادة التسميد العضوى قبل الزراعة مباشرة ، كما أنه يعيش فى الدرنات المصابة . وينتشر المرض فى معظم أنحاء العالم .

ومن عوائل مسبب المرض الأخرى – غير البطاطس – بنجر المائدة ، وبنجر السكر ، والفجل ، واللفت ، والروتاباجا ، والجزر ، والجزر الأبيض .

## المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى :

١ – اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية .

٢ – استعمال تقاوٍ خالية من الإصابة .

٣ – تعديل pH التربة إلى المجال الذى لا يناسب نشاط الكائن المسبب لمرض، علمًا بأن نشاطه يقل عندما يكون الـ pH أقل من ٥,٢، أو أعلى من ٨,٠. ويقاوم المرض فى الأراضى الحامضية بالمحافظة على الـ pH بين ٤,٨–٥,٢ .

٤ – زراعة الأصناف المقاومة ؛ علما بأن المقاومة تتوفر فى عدد كبير من الأصناف ذات الجلد الشبكى Russetted .

٥ – قلب الأسمدة الخضراء فى التربة .

٦ – الرى الغزير فى المراحل الأولى لتكوين الدرنات ، وتجنب جفاف التربة .

٧ – المكافحة الحيوية باستعمال بعض السلالات المنافسة من الجنس *Streptomyces*؛ مثل السلالة CH-33 مــن *S. albidoflavus* ، والسـلالة Pon SSII مــن *S. diastatochromogenes* ، والسلالة PonR من *S. scabies* .

وتجدر الإشارة إلى أن السلالات المنافسة هذه تم عزلها من عديسات درنات بطــاطس أنتجت فى أرضٍ تعرف بأنها مثبطة suppressive للإصابة بالمرض ، ويحدث ذلك غالبًــا عند تكرار زراعة البطاطس فى نفس الأرض لعدة سنواتٍ متتاليةٍ ؛ حيث تتكاثر السلالات المنافسة من الجنس *Streptomyces* فى التربة (Liu وآخرون ١٩٩٥).

## أمراض فطرية أخرى

تصاب البطاطس بعديدٍ من الفطريات الأخرى ، نذكر منها مــا يلــى (عــن Hide & Lapwood ١٩٧٨، و Rich ١٩٨٣) .

### عفن الجذر البنفسجى Violet Root Rot

يسببه الفطر *Hilcobasidium purpureum* – ينتشر فى معظم أنحاء العالم ، ويحـــدث موت مبكر للنباتات ، وبقع سطحية وعفن فى الدرنات .

### النقطة السوداء Black Dot

يسببه الفطر *Colletotrichum atramentarium* – ينتشر فى معظــم أنحــاء العــالم ، ويحدث موت مبكر للنباتات ، وبقع سطحية على الدرنات ، وسيقان النباتات . وتظهر فى النسيج المصاب كريات صغيرة جدًا سوداء اللـــون؛ هــى الأجســام الحجريــة الكاذبــة pseudosclerotia للفطر ( شكل ١٢-١٣ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

### التلطخ الرمادى Gray Mold

يسببه الفطر *Botrytis cinerea* – يؤدى إلى تحلل وموت ســيقان النبــات ، وعفــن الدرنات ، وتلون الأوراق باللون البنى ، وانتشار هيفات الفطر الرمادية اللون عليها .

### تبقع الأوراق السبتورى Septoria Leaf Spot

يسببه الفطر Septoria lycopersici .

### البياض الدقيقى Powdery Mildew

يسببه الفطر *Erysiphe cichcoracearum* .

### عفن ريزوبس الطرى Rhizopus Soft Rot

يسببه الفطر *Rhizopus* spp. .

### عفن أرميلاريا

يسبب عفن أرميللاريا Armillaria Rot الفطر *Armilaria mellea* ، وهو فطر يصيب أشجار الفاكهة والغابات بشكل خاص . تأخذ الأجزاء المصابة من الدرنات لونًا بنيًا فاتحًا، وتكون غائرة قليلاً .

## العفن الطرى البكتيرى والجذع الأسود ، وعفن الساق

يُحدث هذا المرض ثلاثة تحت أنواع بكتيرية تتبع النوع *Erwinia carotovora* ؛ وهى:

١ – تحت النوع *E. carotovora* ssp. *carotovora* ، ويُحْدث عفنًا طريًّا Soft Rot بالدرنات .

٢ – تحت النوع *E. carotovora* ssp. *atroseptica* ، ويُحدث عفنا طريًّا بالدرنات، بالإضافة إلى الجذع الأسود Black Leg .

٣ – تحت النوع *E. carotovora* spp. *chrysanthemi* ، ويُحدث عفنًا بالساق Stem Rot يتبعه – غالبًا – ذبول بالساق المصابة .

وبينما يصعب – غالبا – التمييز بين مرض الجذع الأسود الذى تحدثه البكتيريا *E. carotovora* spp. *atroseptica* ، ومرض عفن الساق الذى تحدثه البكتيريا *E. carotovora* spp. *chrysanthemi* ، فإن المرض الأول يناسبه الجو البارد نسبيًا ، بينما يناسب المرض الثانى الجو الدافئ .

## الأعراض

تظهر أعراض الإصابة بالعفن الطرى على الدرنات على شكل بقعٍ داكنة اللون ، مع وجود عفنٍ طرىٍ داخليٍ يستمر أثناء التخزين . قد يشمل العفن جزءاً صغيرًا من الدرنة، وقد يشمل الدرنة كلها ؛ بحيث لا يتبقى منها سوى طبقة البيريدرم التى تحفظ الدرنة المتعفنة فى كتلة واحدة. وعند قطع الدرنة تظهر الأجزاء المصابة فى البداية عديمة اللون، لكنها تتحول بسرعة إلى اللون الوردى، أو البنى، أو الأحمر، أو الأسود الضارب إلى البنى عندما تتعرض للهواء. ولا تكون للدرنات المصابة – عادةً – رائحة قوية، إلا أن إصابتها بالكائنات الأخرى تؤدى إلى ظهور رائحةٍ قويةٍ منفرة .

وتنتج البكتيريا المسببة للعفن إنزيمات تقوم بتحليل المواد البكتينية فى جدر الخلايا، وفى الصفيحة الوسطى ؛ مما يؤدى إلى انفصالها بعضها عن بعض ، وظهور العفن . ويلعب إنزيم بكتين ميثايل إستريز Pectin methylestrase دورا هامًا فى هذا الشأن .

أما أعراض الإصابة بالجذع الأسود ، فإنها تظهر على النبات فى البداية على صورة تلون بنيٍ قاتم ضاربٍ إلى السواد فى قاعدة النبات ، ثم تتقدم الإصابة لعدة سنتيمترات إلى أعلى فى الساق المصابة ، وقد تصبح الساق زلقةً ( شكل ١٢-١٤ ، يوجد فى آخر الكتاب ). هذا .. ولاتصاب بالضرورة جميع سيقان النبات (عن Kiraly وآخرين ١٩٧٤).

تزداد البقع المرضية اتساعًا فى الجو الرطب ، وتصبح الساق المصابة قاتمة اللون ومتعفنةً عفنًا مائيًا يؤدى فى نهاية الأمر إلى موت النبات .

وإذا تعرضت النباتات لرذاذ مياه الأمطار – أو الرى بالرش، فإن البكتيريا يمكن أن تنتقل إلى الأجزاء العليا من الساق ؛ لتحدث فيها خطوطًا بنيةً قاتمةً .

ومن أهم الأعراض المميزة للإصابات الشديدة غياب نسبةٍ كبيرة من الجور ؛ بسبب موت النموات الجديدة قبل ظهورها فوق سطح التربة .

يعقب إصابة الساق بالجذع الأسود ظهور أعراض أخرى سريعًا على النموات الخضرية ؛ تكون على صورة ذبولٍ واصفرارٍ بالوريقات والتفافٍ بحوافها إلى أعلى، ثم يتقدم الاصفرار والذبول سريعًا نحو الأوراق العليا من السيقان المصابة. ويظهر فى المراحل المبكرة من الإصابة تلون بنى قاتم داخلى فى نسيج النخاع بالجزء السفلى من

السيقان المصابة ، ثم سريعًا ما يظهر هذا التلون فى النسيج الوعائى قبل ظهور الأعراض الخارجية. يأخذ الجزء القاعدى من ساق النبات – من الخارج – مظهرًا مبتلاً ، ويمكن نزع السيقان المصابة بسهولةٍ من التربة . وقد تصاب ساق واحدة أو أكثر من سيقان النبات، وتمتد الإصابة منها إلى الدرنات من خلال السيقان الأرضية ( المددادت ) stolons .

وتتباين الأعراض على الدرنات من تلون بنيّ محدودٍ فى الحزم الوعائية إلى عفن معظم الأنسجة الداخلية ، والتى ربما لا يتغير لونها إلا بعد قطع الدرنة ؛ حيث سريعًا ما تأخذ لونًا قاتمًا بعد ذلك .

## مصادر الإصابة والظروف المناسبة لانتشارها

تعيش البكتيريا بين مواسم الزراعة فى التربة وفى عديسات درنات التقاوى، ولا تنشط البكتيريا إلا إذا توفرت لها الظروف المناسبة للإصابة . ويمكن للبكتيريا أن تعيش فى عددٍ من العوائل الأخرى ، ولفتراتٍ قصيرةٍ فى بقايا النباتات فى التربة .

ويمكن أن تتواجد البكتيريا *E. carotovora* على درنات التقاوى ؛ دون أن تظهر عليها أية أعراض ؛ حيث عزلت من ٨٢٪ من عينات التقاوى فى فنلندة ، وكانت *E. carotovara* spp. *atroseptica* أكثر توجداً من *E. carotovara* ssp. *cartovora* (Harju & Kankila ١٩٩٣).

وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على درنات – تمت عدواها صناعيًا بالبكتيريا *E. carotovora* spp. *atroseptica* – أن فرصة بقاء البكتيريا على الدرنات السليمة غير المجروحة ، فى ظروف التخزين الجيدة كانت ضعيفة . ولكن ازدادت فرصة بقاء البكتيريا عندما جرّحت الدرنات أو كُشط جزء من سطحها ، كما ازدادت فرصة بقاء البكتيريا فى الدرنات السليمة حينما أجرى حصادها وهى مبتلة، إلا أن سرعة تجفيفها بعد الحصاد – قبل عدواها صناعيًا بالبكتيريا – قلل من ظهور العفن الذى ظهر عند إجراء التجفيف (Vries وآخرون ١٩٩٣) .

تعد الدرنات المصابة أحد المصادر الرئيسية لبدء الإصابة بالمرض ، وتؤدى عملية تقطيع الدرنات أثناء إعداد التقاوى إلى كثرة انتشاره . وتعمل يرقات الذبابتين *Hylema*

*cilicrura* (seed-corn maggot) ، و *H. trichodactyla* (potato maggot) على سرعة انتشار الإصابة بالبكتيريا . وتزداد شدة الإصابة فى التربة الخدقة (عن Cook ١٩٧٨) .

كذلك تنتشر البكتيريا المسببة للمرض بواسطة ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster* (عن Rich ١٩٨٣).

وتزداد شدة الإصابة بالبكتيريا *E. carotovora* spp. *atroseptica* عند إصابة النباتات - كذلك - بالفطر *A. solani* مسبب مرض الندوة المبكرة (Wastic وآخرون ١٩٩٤).

وتشتد الإصابة بالجذع الأسود عند زيادة الرطوبة الأرضية، وغالبًا ما تكون الإصابة بالمرض سببًا لرفض اعتماد الحقل لإنتاج التقاوى .

تزداد شدة الإصابة بالعفن الطرى - تحت ظروف الحقل - عند زيادة الرطوبة الأرضية ؛ حيث يزداد اتساع العديسات - التى تظهر على شكل نقاط بيضاء على سطح الدرنة - لكى تسمح بمرور الأكسجين إلى أنسجة الدرنة الداخلية ؛ وتلك ظروف تسمح بالإصابة البكتيرية وسرعة تطورها .

قد تبدأ الإصابة فى مناطق صغيرةٍ حول الجروح أو العديسات ، ولكنها غالبًا ما تنتشر فى الدرنة كلها .

ومن أهم العوامل التى تحفز الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى : حصاد الدرنات قبل اكتمال تكوينها وتجريحها أثناء حصادها وتداولها، والنشاط الحشرى للديدان التى تحدث جروحًا فى الدرنات ، وتعرض جزءٍ من أنسجة الدرنة للتجمد ، وغسيل الدرنات مع بقائها فى مياه الغسيل لفترةٍ طويلةٍ .

تحدث الإصابة بالبكتيريا *E. carotovora* subsp. *carotovora* فى مجالٍ حرارىٍ يتراوح بين ٥°م و ٣٧°م ، وتبلغ الدرجة المثلى ٢٢°م ، مع رطوبةٍ عاليةٍ .

## المكافحة

**لمكافحة العفن الطرى البكتيرى تجب مراعاة ما يلى :**

١ - تطهير المخازن جيدًا .

٢ - تجنب الرى الغزير مع تحسين الصرف .

٣ – الحصاد فى الجو البارد الجاف ؛ لتقليل لسعة الشمس التى تحفز زيادة الإصابة .

٤ – العناية بحصاد الدرنات ومعالجتها، وتجنب تجريحها ، وتخزينها جافةً فى مكان جيد التهوية .

٥ – تجنب غسيل الدرنات قبل تسويقها إلا عند الضرورة . وإذا غسلت الدرنات ، فإن ذلك يجب أن يجرى باستعمال ماءٍ نظيفٍ ، مع تعريض الدرنات للماء فى صورة تيارٍ قوىٍ ترش به ولا تغمر فيه، كما يجب تجفيفها سريعًا بعد الغسيل .

**ولمكافحة الجذع الأسود تجب مراعاة ما يلى :**

١ – اتباع دورةٍ زراعية ثلاثية أو رباعيةٍ ، وتحسين الصرف .

٢ – استخدام تقاوٍ سليمةٍ فى الزراعة .

٣ – التخلص من الدرنات المصابة خارج الحقل .

٤ – استعمال درنات كاملةٍ فى الزراعة دون اللجوء إلى تقطيعها ، أو سرعة معالجتها جيدًا فى حالة تقطيعها ، على أن تُدفأ الدرنات إلى حرارة ١٢–١٥°م قبل تقطيعها، وتجرى المعالجة بحفظها على هذه الدرجة مع رطوبة عالية، فى ظروف تسمح بحركة الهواء بحرية حول الدرنات المقطعة ، وذلك قبل زراعتها.

٥ – تجنب زراعة الدرنات فى أرضٍ باردةٍ رطبةٍ ؛ لأن ذلك يؤخر الإنبات ، ويزيد من فرصة الإصابة .

٦ – زراعة الأصناف المقاومة ؛ مثل : كاتادن Katadin ، ورصت بربانك Russet Burbank .

٧ – أمكن مكافحة العفن الطرى كليًا تقريبًا بغمر الدرنات فى محلولٍ من كبريتات النحاس بتركيز ٠,٠٥٪ لمدة ٣٠ دقيقةً. كما أدى رش النباتات فى الحقل بكبريتات النحاس بتركيز ٠,١٪ إلى خفض الإصابة بالجذع الأسود ، وزيادة محتوى مختلف الأنسجة النباتية – بما فى ذلك الدرنات المتكونة – من عنصر النحاس ، وزيادة مقاومة هذه الدرنات للعدوى بالبكتيريا ؛ سواء أجريت العدوى الصناعية بطريق الحقن ، أم عن طريق العديسات ( Zhang وآخرون ١٩٩٣ ).

٨ – وجد أن إضافة مسحوق التبيض ( هيبوكلوريت الصوديوم ) بمعدل ١٠ كجم للهكتار مع الماء إلى التربة كان أكثر كفاءةً فى مكافحة الجذع الأسود عن رش النباتات بالإستربتوسيكلين Streptocycline ، وبلايتوكس٥٠ Blitox 50

(أوكسى كلوريد النحاس) (Maheshwari & Saini ١٩٩٢). هذا .. ولا تجدى كثيرًا فى مكافحة المرض معاملة الدرنات بمضادات الحيوية، كما لا يجدى تطهيرها سطحيًا لأن البكتيريا تعيش فيها داخليًا .

٩ – وجد أن زيادة محتوى الدرنات من الكالسيوم – بالاهتمام بتوفير العنصر للنبات – أدى إلى خفض إصابتها بالعفن الطرى الذى تحدثه البكتيريا *E. carotovora* spp. *atroseptica* ( Conway وآخرون ١٩٩٤ ).

١٠ – أدت معاملة الدرنات بمعلق من السلالة Eh252 من البكتيريا *Erwinia herbicola* قبل عدواها بأيٍ من تحت الأنواع البكتيرية الثلاثة المحدثة للمرض إلى مكافحة العفن (Vanneste وآخرون ١٩٩٤).

١١ – كما تمكن Costa & Loper (١٩٩٤) من الحصول على طفرةٍ من السلالة Ecb168 من البكتيريا *E. carotovora* spp. *betavasculorum* يمكن استخدامها فى المكافحة الحيوية للبكتيريا *E. carotovora* spp. *carotovora*، علمًا بأن هذه الفطرة لا يمكنها إنتاج الإنزيمات البكتوليتيكية pectolytic enzymes التى تنتجها السلالة غير المطفرة ؛ وبذا .. لا يمكنها إصابة جذور بنجر السكر كما تفعل السلالة الأصلية من البكتيريا .

هذا وتتوفر المقاومة لتحت الأنواع البكتيرية الثلاثة *E. carotovora* spp. *atroseptica*، و *E. carotovora* ssp. carotovora، و *E. carotovora* ssp. *crysanthemi* فى بعض الأنواع البرية من الجنس *Solanum* ؛ مثل : *S. phureja* ، و *S. stentomum* ؛ علمًا بأن المقاومة لأحد تحت الأنواع ترتبط معنويًا بالمقاومة لتحت النوعين الآخرين . ويعمل المربون على نقل صفة المقاومة للبكتيريا إلى أصنافٍ تجاريةٍ من البطاطس (Wolters & Collins ١٩٩٤).

تقل إصابة الدرنات بالعفن الطرى الذى تحدثه البكتيريا *E. carotovora* ssp. *carotovora* ، و *E. carotovora* ssp. *atroseptica* بخفض معدلات التسميد الآزوتى (Smid & Gorris ١٩٩٤) .

## الذبول البكتيرى أو العفن البنى

يسبب مرض الذبول البكتيرى Bacterial Wilt أو العفن البنى Brown Rot البكتيريا

*Ralstonia solanacearum* ( سابقًا : *Pseudomonas solanacearum* ) . وتعرف ثلاث سلالات على الأقل من البكتيريا المسببة للمرض ؛ هي :

سلالة ١ : تصيب الباذنجانيات ؛ مثل الطماطم ، والبطاطس ، والباذنجان ، والتبغ .

سلالة ٢ : تتخصص على الموز .

سلالة ٣ : شديدة الضراوة على البطاطس ، بينما هي ضعيفة التطفل على التبغ .

## الأعراض

أول أعراض الإصابة بالمرض ظهور ذبول بسيطٍ ، وتهدُّل للأوراق في نهايات الفروع خلال فترة بعد الظهيرة التي ترتفع خلالها درجة الحرارة . وتدريجيًّا .. تكتسب الأوراق المصابة لونًا شاحبًا ، ثم تتحول إلى اللون الأصفر أو البرونزي ، وتزداد فترة الذبول اليومية إلى أن يصبح مستديمًا ، ثم تموت النباتات المصابة . وتكتسب الحزم الوعائية في سيقان النباتات المصابة لونًا بنيًّا، ويظهر تخطيط على سيقانها من الخارج . هذا .. إلا أن الذبول قد يكون فجائيًّا وفي فرعٍ واحدٍ ، أو في النبات كله .

ومن الاختبارات السريعة للكشف عن الإصابة وضع جزء من ساق نباتٍ مصابٍ في كوبٍ من الماء ؛ حيث يتدفق من النهايات المقطوعة للسيقان المصابة خيوط بيضاء رفيعة من الخلايا البكتيرية خلال دقائق قليلةٍ .

تمتد الإصابة إلى الدرنات ؛ حيث تتلون الأوعية الخشبية فيها باللون البني، وخاصة قرب طرفها القاعدي. ومع تقدم المرض تمتد الإصابة إلى أنسجة اللحاء والنخاع؛ وبذا .. تتلون الدرنة باللون البني ويلاحظ أن منطقة اتصال الدرنة بالساق الأرضية تكون منخفضةً قليلاً ، وأن التربة تلتصق بجلد الدرنة في هذه المنطقة . ويرجع ذلك إلى الإفرازات البكتيرية اللزجة التي تخرج من هذا المكان وتسبب التصاق التربة . كما قد تخرج هذه الإفرازات من العيون في الإصابات الشديدة ؛ وهي ذات لونٍ كريميٍّ ضاربٍ إلى البني ، وتعد هذه الأعراض من العلامات المميزة للإصابة .

وتجدر الإشارة إلى أن النباتات المصابة قد تنتج درناتٍ مصابةً وأخرى سليمةً ، كما أن الدرنات التي قد تبدو سليمةً قد تُنتج درناتٍ مصابة .

يستمر تقدم المرض في كلٍّ من الحقل ، وأثناء الشحن والتخزين وقد تصاب الدرنات بكائناتٍ أخرى ثانوية ؛ مما يجعلها مهترئةً تمامًا ولزقةً ، ويكسبها رائحةً منفرةً .

## الظروف المناسبة للإصابة

تعيش البكتيريا بين مواسم الزراعة فى التربة وفى الدرنات المصابة ، وفى العوائل الأخرى من مختلف الباذنجانيات ؛ بما فى ذلك الحشائش الباذنجانية .

يمكن أن تصل البكتيريا إلى الحقول السليمة بزراعتها بتقاوٍ مصابةٍ ، أو بشتلاتٍ من الطماطم أو الفلفل تكون حاملةً للبكتيريا .

تحدث الإصابة من خلال جروح الجذور التى قد تحدث ميكانيكيًّا أو بفعل تغذية النيماتودا .

تناسب الإصابة بالمرض حرارة تتراوح بين ٢٥°م و ٣٥°م (Cook ١٩٧٨) ، مع رطوبةٍ عاليةٍ ؛ ولذا .. فإنها تنتشر فى العروة الخريفية .

## المكافحة

لمكافحة الذبول البكتيرى ( العفن البنى ) تجب مراعاة ما يلى :

١ – اتباع دورةٍ زراعيةٍ ثلاثيةٍ للبطاطس تدخل فيها النجيليات .

٢ – تقليع وحرق النباتات المصابة .

٣ – عدم الزراعة لأجل التصدير قبل شهر أكتوبر .

٤ – استخدام تقاوٍ سليمة فى الزراعة :

يتوفر هذا الشرط فى تقاوى العروة الصيفية التى يفترض أن تكون خالية تمامًا من الإصابة. أما التقاوى المنتجة محليًا، فقد توجد فيها بعض الإصابات . وإذا خزنت هذه التقاوى فى نوالات على حرارة ٢٥°م–٣٠°م لمدة أربعة أشهر، فإنه يمكن فرزها على فتراتٍ لاستبعاد الدرنات المصابة أولاً بأولٍ ؛ نظرًا لأن البكتيريا المسببة للمرض تنمو بسرعةٍ تحت هذه الظروف ؛ مما يساعد على سهولة اكتشاف الدرنات المصابة. أما إذا خزنت التقاوى المنتجة محليًّا فى الثلاجات. فإنه لا يكون من السهل فرزها لتعرُّف الدرنات المصابة.

٥ – تطهير أدوات تقطيع التقاوى ، ويفضل عدم تجزئ التقاوى عند الزراعة .

٦ – التبكير فى زراعة العروة الصيفية ، علمًا بأن الزراعات التى تجرى قبل شهر

يناير لا تصاب بالمرض ، بينما تصاب زراعات شهرى يناير وفبراير فى آخر موسم النمو .

٧ – تجنب زراعة الأصناف الشديدة القابلية للإصابة ؛ مثل الصنف كنج إدوارد فى العروة الخريفية التى تكثر فيها الإصابة .

## العفن الحلقى

تسبب العفن الحلقى Ring Rot البكتيريا *Clavibacter sepdonicum* ( سابقًا *Corynebacterium sepdonicum* ) . ولا يوجد هذا المرض فى مصر .

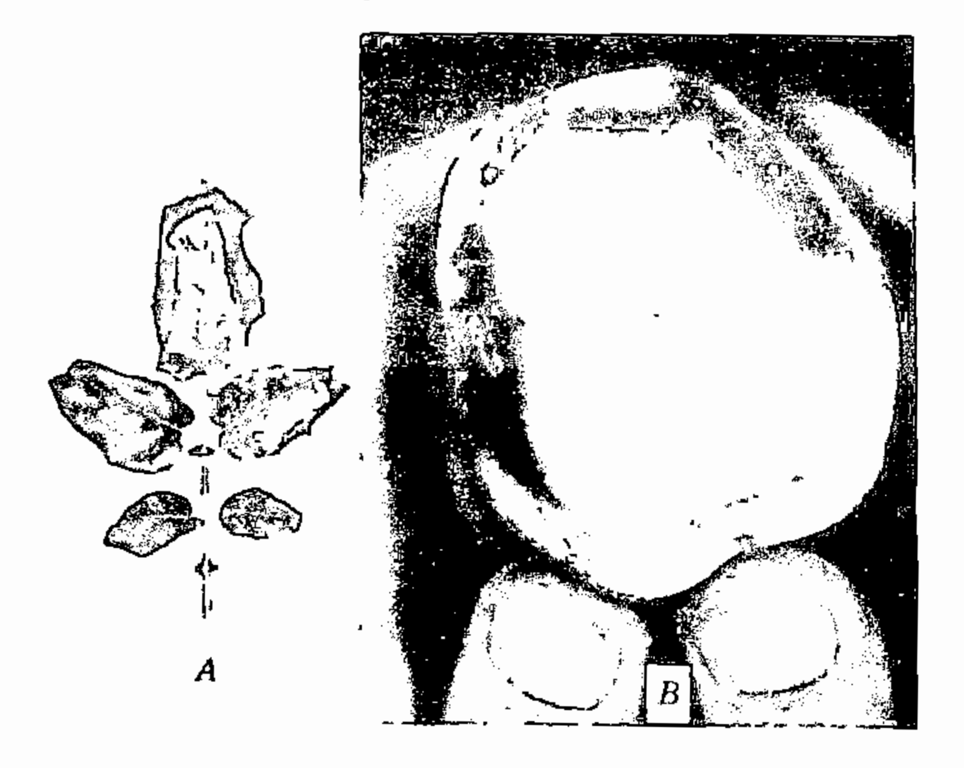
### الأعراض

لا تظهر أعراض الإصابة – عادةً – إلا بعد منتصف موسم النمو ؛ حيث يظهر بالوريقات اصفرار شديد بين العروق؛ يكون مصحوبًا بتحلل فى الأنسجة الصفراء والتفاف بحواف الوريقة إلى أسفل ( شكل ١٢–١٥ ). ويلى ذلك ذبول النباتات المصابة وموتها قبل ظهور أعراض الشيخوخة الطبيعية فى نهاية موسم النمو .

ويشاهد فى سيقان النباتات المصابة – تحت سطح التربة – تلوّن بنى فاتح يمكن تتبعه حتى سطح التربة ، بينما قد لا يمتد إلى الدرنات . ويخرج من السيقان المصابة عند الضغط عليها نزّ من البكتيريا المسببة للمرض وإفرازاتها .

وربما لايمكن اكتشاف إصابات الدرنات إلا بعد الحصاد، وخاصة فى المواسم الباردة. وتظهر الإصابة فى البداية على صورة اصفرارٍ فى الحزم الوعائية ، يصبح لونه أشد قتامةً أثناء تخزين الدرنات ( شكل ١٢–١٥ ) . ومن العلامات المميزة للمرض تشقُّق الدرنات المصابة أثناء التخزين. ويخرج من الحزم الوعائية للدرنات المصابة نز بكتيرى أصفر اللون عند الضغط عليها . وقد يعقب إصابة الدرنات بهذا المرض إصابتها كذلك بالعفن الطرى البكتيرى .

تحدث معظم الخسائر التى يسببها المرض من جرّاء إصابة الدرنات نفسها بنسبةٍ عاليةٍ، ولكن الخسارة الكبيرة تكون عند رفض اعتماد حقول التقاوى التى تظهر فيها أية أعراضٍ للإصابة ؛ إذ لا تُسمح بأية إصابة بالمرض ، ولو حتى نبات واحد مصاب فى حقول إنتاج التقاوى، أو درنة واحدة مصابة أثناء تداول الدرنات وفحصها .




شكل ( ١٢-١٥ ) : أعراض الإصابة بالعفن الحلقى على ورقة (A) ، ودرنة (B) البطاطس .

**الظروف المناسبة للإصابة**

المرض خطير وينتشر بسرعةٍ فائقةٍ إذا ما وصل إلى منطقةٍ أو دولةٍ لم يكن موجـودًا فيها من قبل .

تبقى البكتيريا بين مواسم الزراعة على الآلات الزراعية والأجولة الملوثة ، وفى بقايا النباتات والمعدات والآلات المستعملة فى تداول المحصول بعد الحصاد .

كما تعيش البكتيريا بين مواسم الزراعة فى الدرنات المصابة ، إما فى المخازن ، وإما فى الدرنات التى تتخلف فى التربة بعد حصاد المحصول ، ثم تنمو بعد ذلك معطيةً نباتاتٍ مصابةً بالمرض .

وقد وجدت البكتيريا بأعدادٍ كبيرةٍ فى عيناتٍ من البطاطس ونمواتٍ خضريةٍ لم تظـهر عليها أية أعراضٍ مرضيةٍ ، كما وجدت البكتيريا على درنات الأصنـاف المقاومـة لـها (Kriel وآخرون ١٩٩٥أ ، ١٩٩٥ب ).

تحدث الإصابة الأولى – غالبا – عن طريق زراعة درنات مصابة ، ويمكن أن تنتشر الإصابة مع مياه الرى . وتناسب سرعة الإصابة حرارة ٢٥ْم .

وفى الظروف الطبيعية .. فإن البطاطس هى العائل الوحيد لهذه البكتيريا .

## المكافحة

تجب لمكافحة المرض مراعاة ما يلى :

١ – إذا ظهرت الإصابة فى أحد حقول البطاطس فإن المحصول يجب أن يخصص للاستهلاك ، مع ضرورة تعقيم جميع الآلات التى استخدمت فى حصاد وتداول المحصول ، ويستعمل لذلك الماء المغلى ، وكبريتات النحاس بمعدل ٢,٥كجم/١٠٠ لتر ماء ، أو الكلوراكس التجارى بعد تخفيفه بالماء بنسبة ١:٩، ولايزرع الحقل بعد ذلك إلا بتقاوٍ معتمدة وخاليةٍ من البكتيريا المسببة للمرض .

وتستخدم للكشف عن البكتيريا فى درنات البطاطس اختبارات صبغة جرام Gram stain ، و Latex agglutination ( اختصارا : LAT ) / والإليزا ELISA، وتهجين الدنا DNA hybridization assay (اختصارا : DHA) ( Westra وآخرون ١٩٩٤)، وسلسلة تفاعلات البوليميرز Polymerase chain reaction (اختصارا : PCR) (Hu وآخرون ١٩٩٥ ، و Slack وآخرون ١٩٩٦).

٢ – تطهير سكاكين أو آلات تقطيع الدرنات – بصورة مستمرة – باستعمال هيبوكلوريت الصوديوم الذى يوجد فى الكلوراكس التجارى بنسبة ٥,٢٥٪ ، مع تخفيف الكلوراكس بالماء بنسبة ١:٩ .

أما المخازن فإنها تطهر باستعمال كبريتات النحاس بمعدل كيلوجرامين لكل ١٠٠ لتر ماء .

٣ – زراعة الأصناف المقاومة – مثل ساراناك Saranac ، وتيتون Teton – فى الزراعة ، ولكن مع الأخذ فى الحسبان أنها قد تكون حاملةً للبكتيريا دون أن تصاب بها ، ولكنها تتسبب فى إصابة الزراعات التالية من البطاطس إذا ما كانت الأصناف المستعملة فيها قابلةً للإصابة .

٤ – احتمال مكافحة البكتيريا بيولوجيًا ؛ حيث تمكن Gamard & Boer (١٩٩٥) من

عزل سلالات بكتيرية كانت قادرة على منافسة البكتيريا المسببة للمرض ومكافحتها تحت ظروف الحقل والمختبر .

## العين الوردية

تسبب مرض العين الوردية Pink Eye بكتيريا تتبع الجنس *Pseudomonas* تتضمن *P. fluorescens* ، و *P. effusa* . ولا يوجد هذا المرض فى مصر .

تؤدى إصابة النباتات بذبول فيرتسيلليم أو بالرايزكتونيا إلى تهيئتها للإصابة بالعين الوردية . وأهم أعراض المرض ظهور مساحات وردية إلى بنية اللون حول العيون فى الدرنات المصابة عند الحصاد . وتمتد الإصابة داخليًا فى الدرنة إذا خزنت بعد الحصاد فى حرارة عالية ورطوبة مرتفعة .

ويكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة ، ومكافحة ذبول فيرتسيليم ، ومعاملة الدرنات قبل تخزينها بالبينوميل benomyl ، والتخزين فى حرارة منخفضة ورطوبة منخفضة نسبيًا (عن Rich ١٩٨٣) .

## فيرس التفاف أوراق البطاطس

### الأعراض

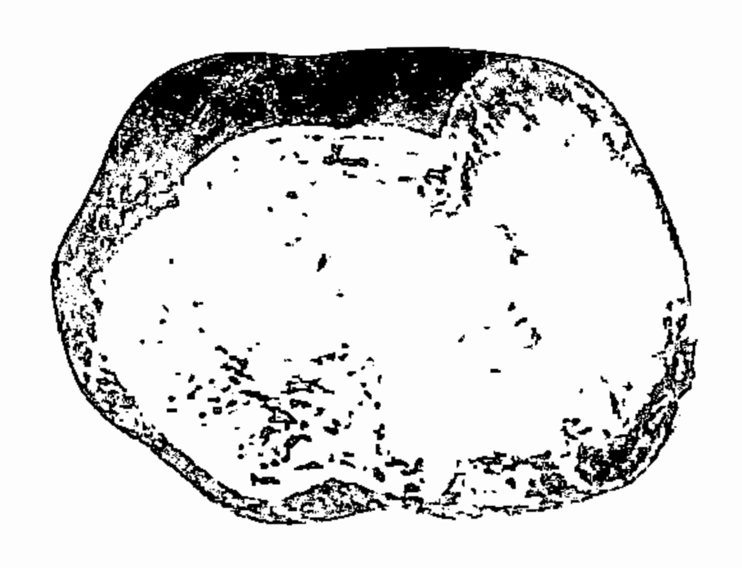
عند زراعة درنات مصابة بفيرس التفاف أوراق البطاطس Potato Leaf Roll Virus فإن النمو النباتى يكون عاديًا تقريبا . لمدة شهر من الزراعة ، ثم يصبح بطيئا ؛ الأمر الذى يترتب عليه صغر فى حجم النباتات المصابة مقارنة بالسليمة ، وتظهر أثناء ذلك أعراض الإصابة التى تتمثل فى اكتساب الأوراق السفلى للنبات ملمسا جلديًا، مع سهولة تقصفها والتفافها إلى أعلى ( شكل ١٢-١٦ ، يوجد فى آخر الكتاب ) ، بينما تصبح الأوراق العليا شاحبة اللون ، وتلتف حوافها إلى أعلى .

أما إذا انتقل الفيرس إلى النباتات فى الحقل بواسطة حشرة المن ، فإن الأعراض لا تظهر غالبا إلا على الأوراق العليا فقط ، وخاصة الوريقات القاعدية منها ؛ حيث تلتف حوافها إلى أعلى حول العرق الوسطى ، وتصبح خضراء شاحبة اللون أو مصفرة ، وتتجه إلى أعلى ( شكل ١٢-١٧ ، يوجد آخر الكتاب ) .

وترجع صلابة الأوراق وزيادة سمكها فى النباتات المصابة إلى تراكم الغذاء المصنع فيها على صورة نشا ، وعدم انتقاله إلى أعضاء التخزين ؛ الأمر الذى قد يحدث بسبب التلف الجزئى للحاء فى النباتات المصابة .

وتختلط أعراض الإصابة بهذا الفيرس مع أعراض الإصابة بعدد من أمراض الجذور ؛ مثل : الذبول الفيوزارى ، والقشرة السوداء ؛ لأن معظم أمراض الجذور تجعل أوراق النبات العليا ملتفة ، لكن الإصابة بهذا الفيرس تجعل الأوراق الملتفة قرطاسية الشكل ، كما تكون صلبةً وغير متهدلةٍ .

وتؤدى الإصابة بالفيرس إلى تحلل أنسجة اللحاء فى الساق والدرنات، وتظهر الإصابة على شكل تحلل شبكيّ داخليّ Internal Net Necrosis فى القطاع العرضى للدرنة ( شكل ١٢-١٨ )، ولكن هذا العرض لا يظهر فى كل الحالات، كما أنه قليل الظهور فى الأصناف الحديثة من البطاطس .



شكل ( ١٢-١٨ ) : أعراض التحلل الشبكى الداخلى فى درنات البطاطس الناشئ عن الإصابة بفيرس التفاف أوراق البطاطس .

ومن الأعراض المميزة لإصابة الدرنات - وخاصة تلك التى يظهر بها تحلل شبكى داخلى - أن نمواتها الجديدة تكون رفيعةً ورهيفةً وطويلةً Spindling (شكل ١٢-١٩).



شكل ( ١٢-١٩ ) : تكوين نموات طويلةٍ ورفيعةٍ ؛ بسبب إصابة الدرنة بفيرس التفاف أوراق البطاطس وتحلل نسيج اللحاء فيها . هذا .. وتزداد شدة الأعراض بزيادة شدة الإضاءة ، وبارتفاع الحرارة بين ١٦°م و ٢٨°م .

## انتقال الفيرس والعوامل المؤثرة في انتشار الإصابة

تبدأ الإصابة فى الحقل من زراعة تقاوٍ مصابةٍ، أو من النباتات المصابة التى تنتج من إنبات درنات مصابة تركت فى الحقل من محصول سابق .

وينتقل الفيرس فى الحقل بواسطة منّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae* . تكتسب الحشرة الفيرس فى خلال ٣٠ دقيقةً من تغذيتها على نباتٍ مصابٍ ، وتمر بعد ذلك فترة حضانة لمدة يومين ، تصبح بعدها الحشرة قادرةً على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة ، يمر خلالها الفيرس إلى الجهاز الهضمى للحشرة ، ثم إلى غددها اللعابية ؛ حيث ينتقل الفيرس مع السائل اللعابى للحشرة إلى العائل عند تغذيتها عليه ، وتظهر أعراض المرض بعد النقل الحشرى للفيرس بنحو ٣٠-٤٠ يومًا عند إصابة النباتات وهى صغيرة ، ونحو

٤٠-٦٠ يوما عند اصابتها وهى كبيرة . ويصل الفيرس للدرنة بعد نحو ٨ ١٠ ايام من اصابة النموات الخضرية

تبقى الحشرة قادرة على نقل الفيرس - بعد اكتسابها له - طوال حياتها ، ولكن الفيرس لا ينتقل من طور الحشرة البالغ إلى نسلها .

ويكون انتقال الفيرس من نبات إلى آخر فى الحقل أو من حقل لآخر بواسطة الطور المجنح للحشرة ، والذى يعيش - عادة - لمدة ثلاثة أسابيع . كما أن الطور غير المجنح يمكن أن ينتقل ببطء إلى النباتات المجاورة وينقل إليها الفيرس ( Univ. Calif. ١٩٨٦ ).

كذلك تنقل حشرة منّ البطاطس *Macrosiphum euphorbiae* فيرس التفاف أوراق البطاطس، ولكنها أقل خطورة فى هذا الشأن من حشرة منّ الخوخ الأخضر ؛ لأن الفيرس يكون غير باق (غير مثابر) nonpersistent فى منّ البطاطس ، ولاتكون الحشرة قادرة على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة إلاّ مرة واحدة فقط - عادة - عقب كل تغذية لها على نبات مصاب.

ومن عوائل الفيرس الأخرى الطماطم والداتورة .

## المكافحة

**تلزم لمكافحة فيرس التفاف أوراق البطاطس مراعاة ما يلى :**

١ - استعمال تقاو معتمدة خالية من الفيرس فى الزراعة .

٢ - يمكن التخلص كليًا من الفيرس بوضع الدرنات على حرارة ٣٧,٥°م لمدة ٢٥ يوما ، ولكن هذا الإجراء لا يتبع تجاريًا .

٣ - مكافحة الحشائش التى قد تكون عائلاً للفيرس .

٤ - التخلص من النباتات المصابة بمجرد اكتشافها ، ويتعين فى حقول إنتاج التقاوى التخلص - كذلك - من ١٢ نباتًا من تلك التى تجاور كل نبت مصاب ، بمعدل ثلاثة من كل جانب .

٥ - يفيد الحصاد المبكر لحقول إنتاج التقاوى فى خفض نسبة الإصابة بالفيرس.

٦ - المكافحة الكيميائية للمنّ .

تبدأ المكافحة الكيميائية للمنّ – لمنع انتشار فيرس التفاف أوراق البطاطس – عندما يصل عدد الأفراد غير المجنحة للحشرة فى الأوراق السفلى للنبات إلى ١٠ أفـراد/١٠٠ ورقة فى الأصناف القابلة للإصابة ، و ٣٠٠ فرد/١٠٠ ورقة فـى الأصنـاف العاليـة المقاومة (DiFonzo وآخرون ١٩٩٥) .

ويستعمل فى مكافحة المنّ فى بداية حياة النباتات المبيدات الجهازية التى تضاف عـن طريق التربة أو مع مياه الرى ، كما قد ترش النباتات بـالمبيدات . وتعطـى المبيـدات الجهازية مكافحة فعالة للمنّ وبعض الحشرات الأخرى لمدة لا تقل عن ٦–٨ أسابيع .

ومن المبيدات المستخدمة فى مكافحة المنّ ما يلى :

| المادة الفعالة | المبيد |
|---|---|
| aldicrb | تمك ١٠ ج Temik 10 G |
| demeton-S-methyl | ميتاسيستوكس ٥٥ Metasystox 55 |
| dimethoate | دايمثويت Dimethoate |
| disulfaton | دايسلفتون Disulfoton |
| | دايسستون بى ١٠ Disyston P-10 |
| malathion | مالاثيون ٦٠ Malathion 60 |
| malathion + pyrethrins | كروموسيد Cromocide |
| oxamyl | فايدت ١٠ ج Vydate 10 G |
| phorate | فوريت Phorate |
| pirimicarb | أفوكس Aphox |
| thiometon | إيكاتين Ekatin |

٧ – زراعة الأصناف المقاومة للفيرس :

تتباين أصناف البطاطس فى مستوى مقاومتها للفيرس بين قابلة للإصابة؛ مثـل رصت بربانك Russet Burbank، ومتوسطة المقاومة؛ مثـل كنيّبـك Kennbec، وعالية المقاومة؛ مثل كاسكيد Cascade، إلا أن هذه الأصناف تعد جميعها قابلـة للإصابة – بنفس الدرجة – لمنّ الخوخ الأخضر (DiFonzo وآخرون ١٩٩٥).

وسواء أكانت الأصناف قابلة للإصابة ، أم متوسـطة المقاومـة للفـيرس أم عاليـة

المقاومة للفيرس ، فإن مستوى المقاومة يزداد كلما تقدمت النباتات فى العمر ، وتقل معها احتمالات إصابة الدرنات الجديدة المتكونة بالفيرس (DiFonzo وآخرون ١٩٩٤) .

وقد أمكن إكساب بعض الأصناف التجارية المرغوب فيها وسلالات التربية المتقدمة من البطاطس صفة المقاومة للفيرس بتحويلها وراثيًا ؛ وذلك بإدخال الجينات المسئولة عن تكوين الغلاف البروتينى للفيرس فيها بوسائل الهندسة الوراثية (Jongedijk وآخرون ١٩٩٣) .

## فيرس إكس البطاطس

يعرف فيرس إكس البطاطس Potato Virus X (اختصارًا : PVX) – كذلك – باسم الفيرس الكامن Latent Virus ، ويسبب فى البطاطس مرض الموزايك الكامن Latent Mosaic .

### الأعراض

تظهر الإصابة بالفيرس فى الجو البارد على صورة موزايك مصحوب بتجعد على سطح الورقة ( شكل ١٢–٢٠ ، يوجد فى آخر الكتاب ) ، ولكن هذه الأعراض تختفى عند ارتفاع درجة الحرارة وزيادة شدة الإضاءة . وإذا قطعت ساق النبات طوليًا قد يلاحظ فيها تحلل فى أنسجة اللحاء .

وفى الإصابات الشديدة يحدث تحلل فى الوريقات على صورة نقطٍ صغيرةٍ ، أو تحللٍ فى العروق ، أو بين العروق ، وقد يكون التحلل فى قمة النبات ، وقد يمتد على شكل خطوطٍ فى أعناق الأوراق وفى الساق ، ولكن لا تموت النباتات المصابة .

وتؤدى إصابة بعض الأصناف الأوروبية القديمة (مثل : إبيكيور Epicure ، وكنج إدوارد) بالفيرس إلى تحلل قمة النباتات وموتها عادةً ، كما يظهر فى درناتها تحلل فلينى .

وليس لهذا الفيرس – إن وجد منفردًا – أهمية كبيرة ، ولكن خطورته تظهر إذا تواجد معه فى نفس النبات فيرس واى البطاطس PVY ؛ حيث يكون الموزايك حينئذٍ شديدًا .

وقد قل انتشار فيرس إكس البطاطس كثيرًا بعد اللجوء إلى العقل الساقية المختبرة لخلوها من الفيروسات Virus-tested stem cuttings (اختصاراً : VTSC) فى برامج إنتاج التقاوى .

## انتقال الفيرس ومكافحته

ينتقل الفيرس من نبات إلى آخر فى الحقل ميكانيكيًا بالملامسة، وعند تقطيع التقاوى، وعند تحرك العمال والآلات فى الحقل ، كما ينتقل من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة عندما تتلامس جذورها أو أوراقها .

وذكر أن الفيرس ينتقل - كذلك - بواسطة نطاطات الأعشاب ، وبواسطة جراثيم الفطر *Synchytrium endobioticum* مسبب مرض التثألل فى البطاطس ، وعن طريق البذور الحقيقية .

ويكافح الفيرس بمراعاة ما يلى :

١ - استعمال تقاوٍ معتمدةٍ خاليةٍ من الفيرس .

٢ - استعمال الطائرات فى مكافحة الآفات لتجنب انتقال الفيرس ميكانيكيًا فى الحقل من جراء ملامسة الآلات الزراعية للنباتات .

٣ - زراعة الأصناف المقاومة .

وقد أمكن إدخال صفة المقاومة للفيرس فى أصناف البطاطس التجارية المرغوب فيها وسلالات التربية المتقدمة بنقل الجينات المسئولة عن تكوين الغلاف البروتينى للفيرس إليها بطرق الهندسة الوراثية (Jongedijk وآخرون ١٩٩٣).

## فيرس واى البطاطس

يطلق على فيرس Y البطاطس عدة أسماء ؛ هى potato virus Y (اختصاراً : PVY) و rugose mosaic virus (rugose = مجعد) ، و vein-banding mosaic virus . ويعد هذا الفيرس من أخطر فيروسات البطاطس فى مصر ، وخاصةً فى العروة الخريفية .

وتعرف عدة مجموعاتٍ من سلالات الفيرس تحدث فى البطاطس أعراضًا مختلفة؛ ومن أمثلتها :

١ – مجموعة السلالات العادية common strains ، أو مجموعة $PVY^0$ .

٢ – مجموعة سلالات تحلل العروق tobacco veinal necrosis strains ، أو مجموعة $PVY^N$ .

٣ – مجموعة التخطيط المنقط stipple-streak strains ، أو مجموعة $PVY^C$ .

وأكثر السلالات شيوعا هى التى من مجموعة تحلل العروق .

## الأعراض

إن الأعراض الأولى للإصابة بسلالات مجموعة تحلل العروق $PVY^N$ group هى ظهور تبرقش خفيف إلى خفيف جدًا، ولكن الأعراض الثانوية تكون أوضح، وعلى صورة تبرقش متوسطٍ إلى شديدٍ . أما أعراض الإصابة بسلالات المجموعة العادية $PVY^O$ group فهى تقزم النباتات، وتجعد الأوراق وتغضنها، مع سهولة تقصفها (عن Van der Zaag ١٩٩١).

وعموما .. فإن النباتات المصابة تتقزم بشدةٍ ، وتصبح الأوراق الحديثة مجعدة ومشوهةً ، وتكون أحيانًا مبرقشةً . وقد تظهر على السيقان وعلى العروق فى السطح السفلى للأوراق خطوط رفيعة متحللة (شكل ١٢–٢١، يوجد فى آخر الكتاب)، وتصبح الأوراق وأعناقها سهلة التقصف ، وتموت الأوراق تدريجيًا مع تقدم عمر النبات ؛ وبذا تموت النباتات مبكرة . وتظهر على الدرنات المصابة بقع بنية باهتة ذات مركز أسود ، وتكون الدرنات المنتجة صغيرة الحجم .

ويصيب الفيرس عديدًا من الحشائش والمحاصيل المزروعة ، وخاصةً من الباذنجانيات .

## انتقال الفيرس ومكافحته

ينتقل الفيرس بواسطة منّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae* ومنّ البطاطس *Macrosiphum euphorbiae* وأنواع عديدة أخرى من المنّ دون أن ينتقل إلى جهازها الهضمى والدورى . وتكون الحشرة قادرةً على نقل الفيرس بمجرد تغذيتها على نبات مصابٍ ، ولكن قدرتها هذه لا تدوم إلا لعدد محدودٍ من مرات التغذية ؛ لأن الفيرس يختفى بسرعةٍ من أجزاء فم الحشرة، ويلزم لها اكتساب الفيرس من جديدٍ من نبات مصاب ؛ لكى تصبح قادرةً على نقله إلى النباتات السليمة مرةً أخرى .

وينتقل الفيرس – كذلك – بالوسائل الميكانيكية .

**ويكافح الفيرس بمراعاة ما يلى :**

١ – استعمال تقاوٍ معتمدة خاليةٍ من الفيرس .

٢ – زراعة الأصناف المقاومة .

وقد أمكن نقل صفة المقاومة للفيرس إلى الأصناف التجارية المرغوب فيها وسلالات التربية المتقدمة؛ وذلك بإدخال الجينات المسئولة عند تكوين الغلاف البروتينى للفيرس فيها بطرق الهندسة الوراثية ( Jongedijk ١٩٩٣).

٣ – مكافحة المنّ فى حقول البطاطس .

وقد أدت المعاملة بالمركب بيمتروزين Pymetrozine إلى إضعاف قدرة أفراد منَ الخوخ الأخضر الحامل للفيرس على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة بنسبة ٦٥٪، ولكنه لم يؤثر فى قدرة المنّ على اكتساب الفيرس (Harrewijn & Piron ١٩٩٤).

## فيرس أى البطاطس

يعرف المرض كذلك باسم التجعد أو التغضن Crinkle ، أو موزايك البطاطس المعتدل Potato Mild Mosaic Virus .

### الأعراض

تؤدى الإصابة بفيرس A البطاطس potato virus A (اختصاراً : PVA) منفرداً إلى جعل الأوراق مجعدةً قليلاً ، وتأخذ لوناً أخضر باهتًا ، وتصبح صغيرة الحجم، وقد تلتفّ حوافها ، كما قد تظهر بقع متحللة فى أوراق بعض الأصناف . ويزداد ظهور أعراض الإصابة فى الجو البارد الرطب. وإذا أصيبت النباتات بفيرس X مع فيرس A ، فإن الأوراق يظهر عليها تبرقشات وتجعدات واضحة .

### انتقال الفيرس ومكافحته

ينتقل الفيرس بواسطة منّ الخوخ الأخضر ومنّ البطاطس ، وعديد من أنواع المنّ الأخرى ، ويحمل الفيرس على قليم stylet الحشرة دون أن ينتقل إلى جهازها الهضمى والدورى ؛ فلا تبقى الحشرة قادرةً على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة إلا لفترةٍ قصيرةٍ بعد تغذيتها على نبات مصاب .

ويكافح الفيرس بمراعاة ما يلى :

١ – استخدام تقاوٍ معتمدة خاليةٍ من الفيرس .

٢ – مكافحة حشرة المنّ .

٣ – الحصاد المبكر .

٤ – زراعة الأصناف المفرطة الحساسية ، وكذلك الأصناف المقاومة ، وهى كثيرة .

وتتميز بعض الأصناف بحساسيتها المفرطة للفيرس ؛ حيث تظهر مناطق مصفرة فى قمة النباتات وأوراقها العليا ، ثم تتحلل وتموت ، ويموت النبات كله ، وتكون هذه النباتات غير منتجة ؛ ولذا .. فإنها تحسب منيعة ضد الفيرس ؛ لأنها لا تنتج محصولاً من الدرنات يمكن أن ينقل مع الفيرس إلى زراعاتٍ جديدة . ومن أمثلة هذه الأصناف أب-تو-ديت ، وإبيكيور Epicure ( عن Rich ١٩٨٣ ).

## فيرس إس البطاطس

من أهم أعراض الإصابة بفيرس S البطاطس potato virus S (اختصارًا : PVS) أن النمو النباتى يصبح أقل اندماجا عن المعتاد . وعندما تتقدم النباتات فى العمر تتجعد الأوراق القمية وتنحنى لأسفل ، كما ترتخى السيقان . ويصاحب هذه الأعراض أحيانًا ظهور تبرقش خفيف ، وتموجات بسيطة فى الأوراق فى بعض الأصناف . ويظهر فى أصناف أخرى لون برونزى على السطح السفلى للأوراق، وتتحلل بعض أنسجة الورقة. كما يقل قليلاً حجم الدرنات .

ينتقل الفيرس ميكانيكيًا ، ويكافح بزراعة تقاوٍ خاليةٍ من الإصابة ، وبزراعة الأصناف المقاومة .

## فيرس إف البطاطس

يطلق على فيرس F البطاطس potato virus F ( اختصاراً : PVF ) أيضًا اسم فيرس أكيوبا acquba . وتؤدى الإصابة إلى إحداث اصفرار فى الأوراق ، وبرقشةٍ فى قمة النباتات ، كما تظهر على الدرنات بقع بنية متعرجة .

ينتقل الفيرس بالوسائل الميكانيكية ، ويكافح بزراعة تقاوٍ سليمة .

## فيرس إم البطاطس

يكنى فيرس إم البطاطس Potato Virus M (اختصاراً : PVM) بأسماء أخرى كثيرة؛ منها Potato Paracrinkle Virus . ومن أهم أعراض الإصابة بالفيرس ظهور مساحات مصفرة بالأوراق وتموجات فى حوافها ، واصفرار بين العروق ، وشفافية فى العروق ، وبقع متحللة وتخطيط فى السيقان .

ينتقل الفيرس ميكانيكيًا ، كما تنتقل بعض سلالاته بواسطة حشرة منّ الخوخ الأخضر؛ وذلك بعد ٢-٣ أيام من تغذيتها على النباتات المصابة .

## فيرس موزايك البرسيم الحجازى

### الأعراض

تعرف أعراض المرض الذى يسببه فيرس موزايك البرسيم الحجازى Alfalfa Mosaic Virus ( اختصاراً : AMV ) فى البطاطس باسم المنقط Calico ، وتتميز بوجود تلطخ أو تبرقش أصفر شاحب إلى برّاق فى الأوراق ( شكل ١٢-٢٢ ، يوجد فى آخر الكتاب ). كما يظهر أحياناً تحلل وتشوه بالأوراق يمكن أن يمتد إلى السيقان وربما إلى الدرنات .

ويبدأ تحلل الدرنات تحت البشرة مباشرةً عند الطرف القاعدى، ثم ينتشر فى مختلف أنسجة الدرنة محدثًا بها بقعًا فلينية متناثرةً ( شكل ١٢-٢٣ ، يوجد فى آخر الكتاب ) ، وتكون الدرنات المصابة مشوهةً ومتشققةً .

### انتقال الفيرس ومكافحته

ينتقل الفيرس أساسًا بواسطة المنّ ، وهو ليس من الفيروسات المتبقية ، كما ينتقل ميكانيكيًا .

لا تفيد - كثيرًا - مكافحة المنّ فى مكافحة الفيرس ، ولكن تجب عدم زراعة حقول البطاطس إلى جوار البرسيم الحجازى ، مع استعمال تقاوٍ خاليةٍ من الفيرس فى الزراعة.

## فيرس تحلل التبغ

### الأعراض

من أهم أعراض الإصابة بفيرس تحلل التبغ Tobacco Necrosis Virus على الدرنات

تكوّن بقع بنية فاتحة أو قاتمة تظهر فيها شقوق شبكية ، وتقرحات تتحول تدريجيًا إلى بقع غائرة قاتمة اللون .

### انتقال الفيرس ومكافحته

ينتقل الفيرس بواسطة الفطر *Olpidium brassicae* ؛ الذى يمكنه إصابة جذور البطاطس ، ولكنه لا يتطفل على الدرنات .

ويكافح المرض باتباع دورة زراعية مناسبة لا يدخل فيها الخس والقاوون اللذان يصابان بالفطر (ينقل الفطر إلى الخس فيرس البرعم الكبير lettuce big vein virus ، وينقل إلى القاوون فيرس بقع القاوون المتحللة Melon Necrotic Spot Virus)، ومكافحة الحشائش التى يمكن أن تأوى الفيرس أو الفطر الناقل له .

## فيرس خشخشة التبغ

يعرف المرض الذى يحدثه فيرس خشخشة التبغ Tobacco Rattle Virus – كذلك – باسم Potato Spraing ، والبقع الفلينية الحلقية Corky Ring Spot. يُحدث الفيرس تقزمًا وتشوها فى النموات الخضرية ، وتحللاً داخليًا فلينيًا فى الدرنات .

ينتقل الفيرس بواسطة بعض الأنواع النيماتودية من جنسى *Trichodorus* ، و *Paratrichadorus*. وتبقى النيماتودا التى تتغذى على نباتات حاملةٍ للفيرس معديةٍ طوال حياتها التى قد تمتد لمدة خمس سنوات ، ولكنها لا تنقله إلى نسلها ( Parry ١٩٩٠).

## فيرس حلقة الطماطم السوداء

### الأعراض

يعرف المرض الذى يحدثه فيرس حلقة الطماطم السوداء Tomato Black Ring Virus فى البطاطس باسم بوكيه البطاطس Potato Bouquet ؛ ومن أهم أعراضه ظهور بقع متحللة على الأوراق ، وتشوهات ، واكتسابها شكلاً فنجانيًا ، كما تكون النباتات متقزمة ، ومن هذا العرض جاءت تسمية المرض ، بالاسم " بوكيه " .

### انتقال الفيرس ومكافحته

تعرف سلالتان فسيولوجيتان مختلفتان من الفيرس ؛ هما : سلالة طراز الفيرس type

form وتنتقل بواسطة النيماتودا *Longidorus attenuatus* ، وسلالة طراز تبقع البنجر الحقلى beet ring spot form ، وتنقلها النيماتودا *L. elongatus* .

ويكافح الفيرس باستعمال تقاوٍ معتمدةٍ فى الزراعة ، ومكافحة الحشائش، والنيماتودا، وإتباع دورةٍ زراعية مناسبةٍ .

## فيرس ممسحة القمة

ينتشر فيرس ممسحة القمة ( موب توب ) Mop Top Virus فى غرب أوروبا وبيرو ، ويُحدث اصفرارًا وتقزمًا فى النموات الخضرية ، وتزاحمًا فى الأوراق ، ونقطًا أو مساحاتٍ صغيرة صفراء بالأوراق فى بعض الأصناف ، وتحللاً داخليًا فى الدرنات .

ينتقل الفيرس بواسطة الفطر *Spongspora subterranea* الذى يسبب – كذلك – للبطاطس مرض الجرب المسحوقى . ويعيش الفيرس فى جراثيم الفطر لمدة عامٍ واحدٍ على الأقل . كما ينتقل الفيرس ميكانيكيًا .

ويكافح الفيرس بمكافحة مرض الجرب المسحوقى ، وبزراعة الأصناف المقاومة ؛ مثل كنج إدوارد .

## فيرويد الدرنة المغزلية

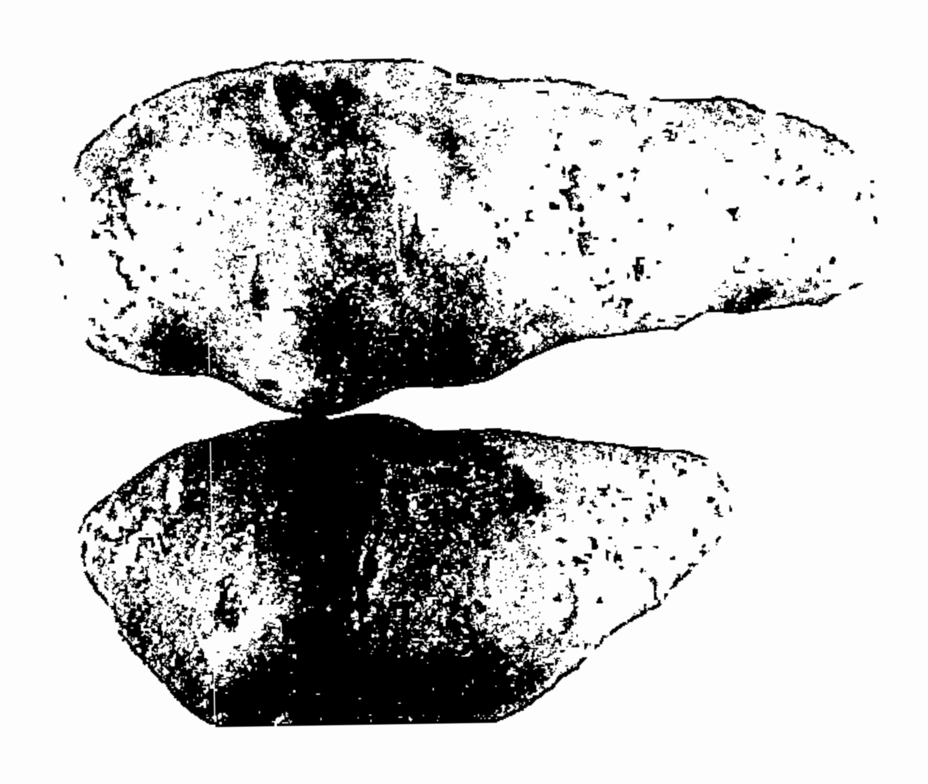
يسبب فيرويد الدرنة المغزلية Spindle Tuber Viroid مرض الدرنة المغزلية والفيرويد رنا ( آر إن أى ) حرّ ، وليس دنا ( دى إن أى ) ذا غلاف بروتينيٍ كالفيروسات ؛ وهو ينتشر فى أمريكا الشمالية ، ودول الاتحاد السوفيتى السابق ، وجنوب أفريقيا .

### الأعراض

من أهم أعراض الإصابة على الأوراق أنها تكون أكثر اخضرارًا بدرجةٍ بسيطةٍ ، كما يحدث التواء فى الوريقات وتكون زاوية تفرعات الساق أكثر حدةً . تزداد الأعراض ظهورًا فى الحرارة العالية ، وقد تختفى فى الحرارة المنخفضة .

يأخذ الفيرويد اسمه من الأعراض التى يحدثها فى الدرنات التى تبدو طويلةً ومغزليةً

الشكل ، ومدببة من أحد طرفيها أو من كليهما ( شكل ١٢-٢٤ ) . وتكون عيون الدرنات المصابة أكثر عددًا ، وأكثر وضوحًا ولها " حواجب " بارزة . ويكون جلد الدرنات الحمراء بطبيعتها أكثر احمرارًا .



شكل ( ١٢-٢٤ ) : أعراض الإصابة بفيرويد الدرنة المغزلية فى درنات البطاطس .

## انتقال الفيرويد

ينتقل الفيرويد ميكانيكيًا بسهولةٍ بكل الوسائل التى يتم من خلالها تداول درنات ونباتات البطاطس، كما ينتقل بواسطة نوعىْ المنّ *Myzus persicae*، و *Macrosiphum euphorbiae* – على قليم الحشرة – وربما بواسطة أنواعٍ أخرى من المنّ كذلك . كما ينتقل الفيرويد بواسطة نطاطات الأعشاب *Mclanoplus* spp. ، والخنافس البرغوثية *Epitrix cucumcris* ، و Systena tceniata ، وحشرة الليجس *Lygus pratensis* ، ويرقات خنفساء كلورادو *Leptinotarsa decemlineata* وخنفساء الأوراق *Disonycha triangularis*.

كذلك ينتقل الفيرويد عن طريق حبوب اللقاح التى تنتجها نباتات مصابة ، وتظهر الإصابة على النباتات والدرنات التى تنتجها . وتبلغ كفاءة انتقال الفيرويد بواسطة البذور التى تنتج على نباتات مصابة ٢٨,٦٪ (Kryczynski وآخرون ١٩٩٢) .

### المكافحة

يكافح فيرويد الدرنة المغزلية بمراعاة ما يلى :

١ - زراعة تقاوٍ معتمدة ، وتجنُّب تقطيعها للحد من انتشار الفيرس أثناء عملية التقطيع .

٢ - مكافحة الحشرات جيدًا ، ويحسن أن تكون المكافحة بالطائرات لتجنب انتشار الفيرس فى الحقل بالملامسة .

## ميكوبلازما اصفرار الأستر

### الأعراض

يعرف المرض الذى تحدثه ميكوبلازما اصفرار الأستر Aster Yellows Mycoplasma – كذلك – باسم القمة القرمزية Purple-top . ومن أهم أعراض الإصابة به : التفاف الأوراق القمية ، واكتسابها لونًا قرمزيًا ، أو أصفر ، وذبولها، وتقزم النباتات . ويكون التلون القرمزى للوريقات فى الأصناف التى تحتوى بطبيعتها على صبغة الأنثوسيانين الحمراء ، بينما تصبح الأوراق القمية للنباتات الخالية من هذه الصبغة صفراء اللون .

تفقد النباتات المصابة سيادتها القمية ، وتنمو براعمها الإبطية ، كما تظهر بها درنات هوائية . وقد تذبل النباتات المصابة ، وتتحلل عند قاعدة الساق ، كما قد تتحلل جذورها ، وتموت مبكرًا . أما الدرنات التى تنتجها النباتات المصابة فتكون طرية وإسفنجية ، وقد يظهر بها تحلل عند طرفها القاعدى .

### انتقال الميكوبلازما ومكافحتها

تنتقل الميكوبلازما المسببة لمرض اصفرار الأستر بواسطة نطاطات الأوراق من النوع *Macrosteles fascifrons* ، وبعض الأنواع الأخرى . ولا تنتقل الميكوبلازما ميكانيكيًا .

ويكافح المرض بمكافحة نطاطات الأوراق ، والتخلص من الحشائش فى حقول

البطاطس وحولها ، وعدم زراعة البطاطس إلى جوار عوائل مسبب المرض الهامة ؛ مثل البرسيم ( عن Rich 1983 ) .

## ميكوبلازما مقشة العرافات

تُحدث ميكوبلازما مقشة العرافات Witches' Broom Mycoplasma فى البطاطس مرضا يعرف بالاسم ذاته ، وهو ينتشر فى أوروبا ، وأمريكا الشمالية ، وأستراليا ، والصين .

### الأعراض

تنتج النباتات المصابة عديدا من السيقان الرفيعة الرهيفة ، وتكون الأوراق بسيطة وصغيرة وقطيفية الملمس. ويكون إنتاج النبات للأزهار غزيرًا ، وقد تتكون درنات هوائية ، أما الدرنات الأرضية فتكون كثيرة العدد ولكنها صغيرة جدًّا ، وقد تتكون على صورة سلسلة على شكل عقد على امتداد المدادات الأرضية ، وغالبا ما تنبت هذه الدرنات وهى مازالت فى الأرض دون أن تمر بفترة سكون؛ معطيةً عددا كبيرًا من النموات الجديدة الرفيعة والرهيفة .

لهذه الميكوبلازما عدة عوائل ؛ منها : الطماطم ، والبرسيم الحجازى .

### انتقال الميكوبلازما ومكافحتها

تنتقل الميكوبلازما المسببة لهذا المرض عن طريق الدرنات المصابة. ولكنها لا تنتقل ميكانيكيا ، كما تنتقل بواسطة عدة أنواع من نطاطات الأوراق .

ويكافح المرض باستعمال تقاو معتمدة خالية من مسبب المرض ، ومكافحة نطاطات الأوراق والحشائش .

## النيماتودا

تصاب البطاطس بعدة أنواع نيماتودية؛ منها ما يصيب السيقان والأوراق ، ومنها ما يصيب الدرنات ، ومنها ما يصيب الجذور .

### نيماتودا تعقد الجذور

تتبع نيماتودا تعقد الجذور Root Knot Nematodes الجنس *Meloidogyne* ؛ وهى

تصيب درنات وجذور النبات معا . وتحدث الإصابة عُقدا جذرية وثآليل على الدرنات؛ مما يجعلها غير صالحةٍ للتسويق ، كما تؤدى الإصابة إلى تدهور نوعية الشبس والبطاطس المحمرة .

وتختلف الاحتياجات الحرارية لأنواع هذه النيماتودا؛ فبينما يناسب النوع *M. hapla* حرارة مقدارها ٢٥°م، فإن الأنواع *M. javanica* ، و *M. incognita* ، و *M. arenaria* يناسبها أن يكون متوسط درجة الحرارة أعلى من ذلك ؛ لذا ينتشر النوع الأول في المناطق الباردة ، بينما تنتشر الأنواع الأخرى في المناطق الدافئة من العالم.

كذلك تصاب البطاطس بنيماتودا تعقد الجذور من النوع *M. chitwoodi* ( وهى التى يطلق عليها اسم نيماتودا تعقد الجذور الكولومبية (Colombia root-knot nematodes) ؛ الذى يتواجد فى كولومبيا، وبعض الدول التى تستورد منها تقاوى البطاطس؛ مثل هولندا. تصيب هذه النيماتودا الجذور والدرنات، وعلى خلاف الأنواع النيماتودية *M. incognita* ، و *M. javanica* ، و *M. arenaria* ، فإن النوع *M. chitwoodi* لا يحدث عقدا جذرية ، ولكنه يُحدث عقدا درنيةً على سطح الدرنات، ويتسبب فى دكنة لون أنسجة الدرنة حول كتل البيض التى تكونها أنثى النيماتودا . ومثل هذه الدرنات لا تصلح للتسويق الطازج، أو للتصنيع . وتعرف سلالتان من *M. chitwoodi* : سلالة ١ تصيب الجزر ولاتصيب البرسيم الحجازى، وسلالة ٢ تصيب البرسيم الجازى ولاتصيب الجزر ، وتصيب كلتاهما الذرة والحبوب الرفيعة ، وغيرهما من النجيليات التى لاتصاب – عادةً – بالأنواع النيماتودية الأخرى .

تتوفر المقاومة لنوعى النيماتودا *M. chitwoodi* ، و *M. hapla* فى النوع *S. bulbocastanum* ، الذى أمكن تهجينه مع البطاطس *S. tuberosum* عن طريق دمج البروتوبلازم ؛ بهدف نقل صفة المقاومة لنوعى النيماتودا منه إلى البطاطس (Brown وآخرون ١٩٩٥).

ولمزيدٍ من التفاصيل عن نيماتودا تعقد الجذور فى البطاطس ومكافحتها .. يراجع Univ. Calif. (١٩٨٦) .

## النيماتودا الذهبية ، والنيماتودا المتحوصلة

تنتشر النيماتودا الذهبية Golden Nematode، والنيماتودا المتحوصلة Cyst Nematode

التى تصيب البطاطس فى أنحاء متفرقة من العالم ، وأهم أنواعها *Globodera rostechiensis* ( النيماتودا الذهبية ) ، و *G. pallida* ( نيماتودا البطاطس المتحوصلة ) . وتعد النيماتودا الذهبية من أخطر الأنواع التى تصيب البطاطس .

تؤدى الإصابة إلى تقزم النباتات وإنتاج سيقانٍ ضعيفةٍ ورهيفةٍ ، واصفرار الأوراق، وقد تذبل النباتات فى الأوقات الحارة من النهار ، ثم تعود إلى حالتها الطبيعية ليلاً . ويكون النمو الجذرى للنباتات المصابة ضعيفًا ، والجذور صغيرة ، وليفية ، وشديدة التفرع .

كما تؤدى الإصابة بنيماتودا الحوصلات إلى خفض امتصاص النباتات لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ؛ الأمر الذى يؤدى إلى ظهور أعراض نقص أىٍّ منها على النباتات. كذلك تؤثر شدة الإصابة بالنيماتودا سلبيًا على كلٍّ من : إنتاج النباتات الكلى من المادة الجافة ، ومحصول الدرنات ، ويرتبط هذا التأثير بكلٍّ من النمو الخضرى وكفاءته فى الاستفادة من الضوء ؛ ويتباين مدى التأثير بتباين قوة النمو الخضرى الطبيعى للصنف؛ حيث يكون فى الأصناف القوية النمو الخضرى بطبيعتها أقل وضوحا مما فى الأصناف التى تكون ضعيفة النمو (Trudgill ١٩٩٢).

كانت هذه النيماتودا تكافح فى السابق – أساسًا – باتباع دورةٍ زراعيةٍ ثلاثيةٍ، ولكن يُعتمد حاليًا فى مكافحتها على زراعة الأصناف المقاومة ؛ وهى كثيرة ؛ الأمر الذى أدى إلى الحد من خطورة هذه الآفة (Evans & Brodie ١٩٨٠).

## نيماتودا الساق

تُصاب سيقان وأوراق البطاطس بنيماتودا الساق stem nematode من نوع *Ditylenchus dipsaci* ، وتنتشر الإصابة بها فى غرب أوروبا . وتُحدث هذه النيماتودا أضرارها بفعل إنزيمات خاصةٍ تفرزها تسمى Pectolytic enzymes . وتعمل هذه الإنزيمات على المواد البكتينية ؛ حيث تُحلل الصفيحة الوسطى بين الخلايا، وتُمكّن النيماتودا من المرور خلال النسيج المصاب. تُحدث الإصابةُ تشوهاتٍ بالنمو الخضرى ، كما تصاب الدرنات أيضًا باعتبارها سيقانًا ، وتتوغل فيها النيماتودا ؛ مما يؤدى إلى تعفنها. ويعرف هذا المرض باسم عفن البطاطس potato rot .

## نيماتودا عفن البطاطس

تسبب نيماتودا عفن البطاطس Potato-rot nematode مرض عفن الدرنات Potato-rot disease ؛ وهى تعرف بالاسم العلمى *Ditylenchus destructor* .

تحدث الإصابة من خلال العيون أو العديسات ، وتبقى سطحيةً ، لكن الدرنات قد تتعفن نتيجةً للإصابة بكائناتٍ أخرى ثانويةٍ . تكون أوراق النباتات المصابة صغيرةً ، وتميل إلى الاصفرار قليلاً. أما الدرنات المصابة فتظهر بها ثقوب رفيعة ، تزداد فى المساحة ، إلى أن تصبح مناطق رمادية اللون ، لا تلبث أن تجف وتتشقق ، وتمتد هذه الأعراض فى داخل الدرنة كذلك. وقد تكون هذه الأعراض باديةً للعين عند الحصاد ، وقد تتطور أثناء التخزين ؛ حيث تتشابه الأعراض – حينئذٍ – مع أعراض العفن الجاف الفيوزارى .

## أنواع نيماتودية أخرى تصيب الجذور

**من أهم الأنواع النيماتودية الأخرى التى تصيب جذور البطاطس ما يلى :**

١ – نيماتودا الجذور القصيرة الغليظة Stubby Root Nematodes :

من أمثلتها .*Trichodorus* spp ، و .*Paratrichodorus* spp ، وهما ينقلان إلى النبات فيرس خشخشة التبغ. ويعرف من هذين الجنسين أكثر من ١٢ نوعًا قادرة على نقل الفيرس إلى البطاطس ، وجميعها من المتطفلات الخارجية ، وتنتشر فى الأراضى الرملية (Evans & Trudgill ١٩٧٨).

٢ – نيماتودا تعقد الجذور الكاذبة False Root Knot Nematodes : أهم أنواعها *Nacobbus aberrans* ، وهى قليلة الانتشار ، وتحدث عقدًا جذريةً .

٣ – نيماتودا تقرح الجذور Root Lesion Nematodes : أهم أنواعها *Pratylenchus penetrans* .

٤ – النيماتودا الخنجرية Dagger Nematodes : أهم أنواعها *Xiphinema americanum* .

٥ – النيماتودا الدبوسية Pin Nematodes : تتبع الجنس *Paratylenchus* .

٦ – النيماتودا الكلوية Reniform Nematodes : أهمها النوع *Rotylenchulus reniformis* :

تُحدث هذه النيماتودا تقزمًا للنباتات ، وتشوهًا بالدرنات التى تكثر بها المناطق الفلينية ، ويتسوير جلدها بشدة .

٧ – نيماتودا التقزم Stunt Nematodes : تتبع الجنس *Tylenchorhynchus* .

٨ – النيماتودا الحلزونية Spiral Nematodes : تتبع الجنس *Helioctylenchus* .

(عن Hooker ١٩٨١).

## مكافحة الأنواع المختلفة من النيماتودا

**لمكافحة مختلف أنواع النيماتودا تجب مراعاة ما يلى :**

١ – استعمال تقاوٍ معتمدة خالية من الإصابة .

٢ – زراعة الأصناف المقاومة متى وجدت .

٣ – المكافحة الكيميائية :

تستخدم فى المكافحة الكيميائية مبيدات متنوعة ؛ منها ما يلى :

| المادة الفعالة | المبيد |
|---|---|
| aldicarb | تمك ١٠ ج Temik 10 G |
| oxamyl | فايدت ١٠ ج Vydate 10 G |

وفى مصر يوصى بمكافحة نيماتودا تعقد الجذور ، ونيماتودا التقرح ، والنيماتودا الكلوية بأحد المبيدات التالية :

فيورازد كيمول ١٠٪ محبب بمعدل ١٣كجم / فدان .

فيوردان ١٠٪ محبب بمعدل ١٢ كجم / فدان .

موكاب ١٠٪ محبب بمعدل ٣٠ كجم / فدان .

يستعمل أى من هذه المبيدات "تكبيشًا" مع التقاوى عند الزراعة، ثم تروى الأرض مباشرةً .

## دودة درنات البطاطس

تعرف دودة درنات البطاطس Potato Tuberworm بالاسم العلمى *Phthorimaca operculella* ، بينما تعرف الحشرة الكاملة – وهى رمادية إلى سوداء اللون – باسم فراشة درنات البطاطس Potato Tubermoth .

## الأضرار

تصيب هذه الحشرة نباتات البطاطس بشدة فى العروة الصيفية خلال شهرى مارس وأبريل ، وتقل الإصابة كثيرا فى العروة الخريفية ، كما أنها تصيب الدرنات فى المخازن والنوالات ، وتتشوه الدرنات المصابة ، وتصبح غير صالحةٍ للتسويق ، وتزيد الإصابة بالحشرة من فرصة إصابة الدرنات بالكائنات الدقيقة المسببة للعفن .

يحدث الضرر من الطور اليرقى ؛ وهو ديدان صغيرة يبلغ طولها ١٠-١٥ ملليمترا ، ولونها أبيض باهت أو مصفر ولون رأسها بنى (شكل ١٢-٢٤ ، يوجد فى آخر الكتاب) ، وقد تكون فى مراحل نموها المتأخرة وردية اللون أو ضاربةً إلى الخضرة . وتُحْدث الديدان الحديثة الفقس بقعًا باهتةً فى سطح الأوراق . وفى الإصابات الشديدة تنكمش الأوراق المصابة وتلتف إلى أعلى .

وتتغذى اليرقات تحت جلد الدرنة مباشرةً فى بدية الأمر، ولكنها سريعًا ما تحفر فيها أنفاقًا عميقةً يبلغ قطرها حوالى ٣ مم . ومع إخراج اليرقات والنموات الفطرية الثانوية، فإن هذه الأنفاق تصبح بمضى الوقت سوداء اللون . وقد تصبح عيون الدرنات المصابة وردية اللون ( شكل ١٢-٢٥ ، يوجد آخر الكتاب ) .

## دورة الحياة

تكمل الحشرة دورة حياتها صيفًا فى خلال ٣-٤ أسابيع ، وتقضى نصف هذه الفترة فى الطور اليرقى . ولا يمكن للبيض أن يفقس فى حرارةٍ تقل عن ١٠ °م ، كما لا يمكن للحشرة أن تنشط فى التغذية والتكاثر فى حرارةٍ تقل عن ١٦ °م ، ولكن يمكن ليرقات الحشرة البالغة أن تعيش لفترةٍ طويلة فى حرارةٍ قريبةٍ من درجة التجمد دون أن تنشط .

ويتراوح المجال المناسب لنشاط الحشرة بين ٢٧ °م و ٣٥ °م؛ حيث تفقس اليرقات خلال ٣-٤ أيام من وضع البيض . وتبدأ اليرقات حفر أنفاقها فى النسيج النباتى الذى تتواجد عليه بعد فقسها مباشرةً، وبعد أسبوعٍ واحدٍ تبدأ فى البحث عن مكانٍ مناسب لتتعذر؛ حيث تتحول العذراء إلى حشرةٍ كاملةٍ خلال ٣-٥ أيام ما بقيت الحرارة فى المجال المناسب. وتبدأ الحشرة الكاملة فى وضع البيض من جديدٍ خلال يومين إلى ثلاثة أيام فقط ، وتستمر فى وضع البيض لمدة ٤-٩ أيام ؛ حيث يمكن للأنثى الواحدة أن تضع خلال تلك الفترة حوالى ٥٠-٢٠٠ بيضة .

ولذا .. نجد أن دورة حياة الحشرة لاتستغرق فى المجال الحرارى المناسب أكثر من ٢٠-٢٥ يومًا تضع خلالها الحشرة ٥٠-٢٠٠ بيضة ؛ ويعد ذلك معدلاً عاليا جدًا لتكاثر الحشرة . ومع انخفاض درجة الحرارة عن المجال المناسب تزداد الفترة التى تلزم لاستكمال دورة حياة الحشرة ؛ حيث تصل المدة إلى ٥٤ يومًا فى حرارة ١٨ْم .

تضع الحشرة بيضها مفردًا أو فى مجاميع على النموات الخضرية ، والتربة ، وبقايا النباتات ، والدرنات غير المغطاة بالتربة . وبيض الحشرة بيضاوى الشكل ذو لون أبيض إلى أصفر ، ويبلغ قطر البيضة حوالى ٠,٥ ملليمترًا .

يفقس البيض معطيا يرقات صغيرةً يبلغ طولها ١٠-١٥ ملليمترًا؛ وهى - كما أسلفنا - تكون فى بداية الأمر بيضاء باهتة اللون أو مصفرة ، لون رأسها بنى ، ثم تصبح فى مراحل نموها المتأخرة وردية اللون أو ضاربةً إلى الخضرة. تنتقل اليرقات ببطء لمسافات قصيرة خلال شقوق التربة إلى أن تصل إلى الدرنات . ولاتصل اليرقات إلى الدرنات أبدا بالحفر داخل أنسجة النبات ، على الرغم من أنها تصنع أنفاقًا شفافةً غير منتظمة الشكل بالأوراق .

أما العذارى ، فإنها بنية اللون ، يبلغ طولها حوالى ٦ مم ، وتحاط بشرنقةٍ حريرية، وتتواجد على بقايا نباتات البطاطس ، وعلى النباتات والدرنات ، وكذلك فى مخازن البطاطس .

يبلغ طول الحشرة الكاملة حوالى ١٠ ملليمترات-١٢ ملليمترًا ، ويبلغ عرضها عند امتداد أجنحتها حوالى ١٥ مم . والأجنحة الأمامية لونها رمادى فاتح ومنقطة بنقطٍ صغيرةٍ سوداء ، بينما تأخذ الأجنحة الخلفية لونًا أبيض باهتًا ( شكل ١٢-٢٦ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

لا تطير الحشرة الكاملة إلا ليلاً ، بينما تختبئ نهارًا تحت النباتات أو أى جسم صلب .

## المكافحة

لمكافحة دودة درنات البطاطس تجب مراعاة ما يلى :

### أولاً : فى الحقل

١ - التبكير فى زراعة العروة الصيفية قدر الإمكان ؛ تجنبًا للإصابة الشديدة فى مارس وأبريل .

٢ – تفضل الزراعة فى الأراضى الخفيفة .

٣ – يحسن أن تكون الزراعة عميقةً ؛ حتى تتكون الدرنات عميقًا فى التربة ، مع تغطية الشقوق عند العزق، علمًا بأن الدرنات التى توجد على عمق ٥ سم لا تصل إليها اليرقات .

٤ – التخلص من الحشائش التى تصاب بالحشرة ؛ مثل الداتورة .

٥ – يفيد الرى بالرش فى سدّ شقوق التربة ومنع وصول اليرقات إلى الدرنات .

٦ – عدم تأخير الحصاد عما يلزم لاستكمال نضج الدرنات ، مع عدم ترك المحصول على الأرض بعد الحصاد أكثر مما ينبغى ، وخاصةً أثناء الليل .

٧ – يمكن استعمال المصائد الفرمونية لتقدير شدة الإصابة الحشرية فى الحقل (عن Univ. Calif. ١٩٨٦).

٨ – جمع الأوراق المصابة بدودة درنات البطاطس وحرقها .

٩ – زراعة الأصناف المقاومة .

وجد Berlinger وآخرون (١٩٩٢) اختلافاتٍ بين أصناف البطاطس فى مدى قابليتها للإصابة بدودة درنات البطاطس ومن بين الأصناف التى أظهرت مقاومةً لابأس بها : أيلزا Ailsa ، وإسكورت Escort ، وبلانكا Blanka ، وكنج إدوارد King Edward ، ورصت بربانك Russet Burbank . كما وجد ارتباط عالٍ بين إصابة النمو الخضرى وإصابة الدرنات فيما عدا فى الصنف فريزيا Frisia ؛ الذى كانت نمواته الخضرية شديدة القابلية للإصابة، بينما انخفضت نسبة الإصابة فى درناته إلى ٨,٤٪ .

١٠ – المكافحة الكيميائية :

يوصى فى مصر بمكافحة دودة درنات البطاطس بالرش بمجرد ظهور الإصابة ، ثم كل أسبوعين بعد ذلك بأحد المبيدات أو البدائل التالية بالتناوب :

زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب ، أو زيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب ، أو زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب ، أو زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحدٍ من أىٍ منها /١٠٠ لتر ماءٍ ، أو زيت ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم٣)/ ١٠٠ لتر ماء .

دايبل ٢ إكس ٣٢٠٠٠ وحدة/مجم مسحوق بمعدل ٢٠٠ جم / فدان .

بروتكتو ٣٢٠٠٠ وحدة/مجم مسحوق بمعدل ٣٠٠ جم / فدان .

سوميثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل ١,٥ لتر / فدان

سليكرون ٧٢٪ مستحلب بمعدل ٧٥٠ مل ( سم٣) / فدان .

توكثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل لتر واحد / فدان .

ويجب إيقاف الرش بالمبيدات قبل الحصاد بعشرة أيام .

## ثانيًا : في النوالات

عمومًا .. يفضل التخزين فى الثلاجات عنه فى النوالات ، لكن إذا أجرى التخزين فى النوالات ، تجب مراعاة ما يلى :

١ – التخلص من الدرنات المصابة بعد الحصاد ، مع الإسراع فى نقل الدرنات السليمة إلى المخازن في نفس يوم الحصاد ؛ لتفادى وضع الفراشات عليها.

٢ – تطهر المخازن قبل استعمالها بمستحلب السولار والصابون بمعدل لتر سولار ، و ٥٠ جم صابونًا مع نصف لتر ماء، على أن يخفف المستحلب بالماء بنسبة ١ : ٤ . ويكفى كل لتر من المستحلب المخفف لرش ٤م٢ من المخزن. ويلى ذلك مباشرة إغلاق المخزن لمدة أربعة أيام ، على ألا يستعمل إلا بعد جفاف محلول الرش .

٣ – استعمال المصائد الضوئية والفيرمونية داخل النوالات .

٤ – وضع شباك سلكية رفيعة على فتحات النوالات ؛ لمنع دخول الفراشات .

٥ – تعفير الدرنات المخزنة لأجل استعمالها كتقاو بالسوميثيون ٣٪ أو الأكتلك ٢٪ بمعدل ٣ كجم لكل طن من الدرنات، أو السيفين بمعدل ١,٥ كجم/طن . تفحص الدرنات بعد شهر من المعاملة ، وتستبعد الدرنات المصابة ، ثم يكرر التعفير .

كما يوصى فى مصر باستعمال أحد المبيدات التالية فى النوالات :

دلفين ٣٥٠٠٠ وحدة بمعدل ٣ كجم/طن من الدرنات .

دايبل ٢ إكس ٣٢٠٠٠ وحدة / مجم مسحوق بمعدل ١٥٠ جم/طن من الدرنات .

بروتكتو ٣٢٠٠٠ وحدة/مجم مسحوق بمعدل ١٥٠ جم/طن من الدرنات ( وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٧).

## دودة ورق القطن

تصاب البطاطس – بشدة – بدودة ورق القطن فى العروة الخريفية، وخاصة شهرى سبتمبر وأكتوبر وتكافح الحشرة بمراعاة ما يلى :

١ – إحاطة حقل البطاطس بالجير الحىّ ؛ لمنع وصول الديدان إليه .

٢ – جمع اللطع وحرقها .

٣ – استعمال المصائد الفرمونية لخفض الإصابة .

٤ – الرش عند ظهور الإصابة بأحد المبيدات المناسبة بالمعدلات الموضحة قرين كلّ منها – لكل ٤٠٠ لتر ماء – كما يلى :

لانيت ٩٠٪ بمعدل ٣٠٠ جم .
لانيت ٢٠٪ بمعدل ٢,٥ لتر .
نيودرين ٢١,٦٪ بمعدل ١,٢٥ لتر .
نيودرين ٩٠٪ بمعدل ٣٠٠ جم .
جارودنا ٧٠ بمعدل ٢,٥ لتر .
ريلدان ٥٠٪ بمعدل لتر واحد .
سليكرون ٧٢٪ مستحلب بمعدل ٧٥٠ مل .

## الحفار

يسبب الحفار خسارةً كبيرة لمحصول البطاطس ، خاصة فى الأراضى الخفيفة . تقرض الحشرة سيقان النباتات من أسفل سطح التربة ، مما يؤدى إلى ذبولها . ويكافح الحفار بالطعم السام المكون من ١,٠ كجم مارشال ٢٥٪، أو ١,٢٥ لتر هوستاثيون ٤٠٪، أو ١,٢٥ لتر تمارون ٦٠٠ ، أو ١,٥ لتر أندرين ١٩,٥٪ يضاف إلى ١٥–٢٠ كجم أرز أو جريش ذرة، مع كمية من الماء (حوالى ٢٠–٣٠ لترًا) تكفى لعمل الجريش . وينثر الطعم السام يدويًا بين الخطوط عند الغروب ، وبعد رى الأرض . وينصح باستعمال الطعم السام وقائيًا فى الأراضى الصفراء المسمدة جيدًا بالأسمدة العضوية ، وفى الأراضى الموبوءة بوضع الطعم السام تكبيشًا بين قطع التقاوى .

## الدودة القارضة

تعرف الدودة القارضة بالاسم العلمى *Agrotis ipsilon* ، ويتراوح طولها بين ٢,٥سم و ٥سم ، ولها مظهر شحمى ، ولون بنى باهت إلى رمادى ، وتلتف حول بعضها حينما تتعرض لأى خطر .

تؤدى الإصابة بالدودة القارضة إلى اصفرار الأوراق وذبول النباتات ، وتكون بداية الإصابة فى شهر أبريل .

لاتنشط الدودة القارضة فى التغذية إلا ليلاً ، بينما تختفى خلال النهار فى شقوق التربة ، وتحت الكتل الترابية ، وبين النباتات على سطح التربة . وعندما يكون سطح التربة مغطى جيدا بالنموات النباتية، فإن الحشرة تختفى تحت الغطاء النباتى على سطح التربة . وعلى الرغم من أن الديدان القارضة تتغذى غالبا على النموات الخضرية ، إلا أنها تقرض أحيانًا ثقوبا سطحيةً فى الدرنات المكشوفة ، أو تقطع سيقان النباتات الصغيرة بالقرب من سطح التربة .

**وتكافح الدودة القارضة بمراعاة ما يلى :**

١ – الحرث الجيد ، وترك الأرض معرضةً لأشعة الشمس بعد الحرث .

٢ – جمع اليرقات التى تكون مختبئةً فى التربة أسفل النباتات المصابة وإعدامها.

٣ – استخدام طعم سامٍ يتكون من ١,٢٥ كجم هوستاثيون ٤٠٪ ، أو ١,٠ كجم مارشال ٢٥٪ أو ١,٢٥ لتر تمارون ٦٠٠ يضاف إلى ٢٥ كجم نخالةً (ردةً) ناعمةً ، مع ٣٠ لتر ماءٍ ( ١,٥ صفيحة ) . وينثر الطعم بالقرب من قاعدة النبات عند الغروب .

## المنّ

تصاب البطاطس بعدة أنواعٍ من المنّ تمتص العصارة من النباتات ، وقد تؤدى إلى موتها إذا كانت صغيرة ، هذا فضلاً على نقلها عديدا من الأمراض الفيروسية .

يعتبر منّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae* من أهم أنواع المنّ التى تصيب البطاطس ، وهو ينقل إليها فيرس التفاف أوراق البطاطس ، وفيروسات أخرى . وتزداد الإصابة بالمن فى فترتين ؛ هما : منّ يناير إلى مارس ، ومنّ سبتمبر إلى أكتوبر .

ويكون شكل الطور غير المجنح لحشرة منّ الخوخ الأخضر مسحوبًا ( يشبه دمعة العين ) ويكون لونه أخضر فاتحا ، مع وجود بعض الأفراد الوردية اللون ( شكلا ١٢–٢٧ ، و ١٢–٢٨ ، يوجدان فى آخر الكتاب ). ويلى منّ الخوخ الأخضر فى الأهمية منّ البطاطس ( شكل ١٢–٢٩ ، ويوجد فى آخر الكتاب ) .

ويكافح المنّ بمراعاة ما يلى :

١ – إزالة الحشائش .

٢ – رش حواف الحقل .

٣ – علاج البؤر المصابة فقط .

٤ – يوصى فى مصر بمكافحة المنّ بإحدى المعاملات التالية :

إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل لتر واحد / ١٠٠ لتر ماء .

ديترجنت سائل بمعدل ١,٥ لترًا / ١٠٠ لتر ماء .

زيت كيميسول ٩٥ مستحلب ، أو زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، أو زيت مصرونا ٩٤٪ مستحلب، أو زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء .

زيت ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم$^3$) / ١٠٠ لتر ماء .

مارشال ٢٥٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ١٥٠ جم / ١٠٠ لتر ماء .

مالتوكس ٥٧٪ مستحلب بمعدل ٢٥٠ مل ( سم$^3$) / ١٠٠ لتر ماء .

كاثيون ٥٧٪ مستحلب بمعدل ٣١٢,٥ مل ( سم$^3$) / ١٠٠ لتر ماء .

ريلدان ٥٠٪ مستحلب بمعدل ١٢٥ مل (سم$^3$) / ١٠٠ لتر ماء .

بريمور ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٧٥ جم / ١٠٠ لتر ماء .

أكتيلك ٥٠٪ مستحلب بمعدل ٣٧٥ مل (سم$^3$) / ١٠٠ لتر ماء .

ملاثيون ٥٧٪ مستحلب بمعدل ٢٥٠ مل / ١٠٠ لتر ماء .

سوميثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل ٣٧٥ مل (سم$^3$) / ١٠٠ لتر ماء .

تكون أول رشة عند ظهور الورقة الأولى ، ثم يكرر الرش أسبوعيًا بأحد المبيدات المذكورة أو بدائلها ، وتستمر المكافحة حتى قبل الحصاد بنحو ١٥ يومًا. يحتاج الفدان إلى نحو ٤٠٠ لترٍ من محلول الرش عند استعمال موتور الرش ، و ٢٠٠ لترٍ فقط عند استعمال الرشاشة الظهرية .

## الذبابة البيضاء

تقوم الذبابة البيضاء بامتصاص عصارة النباتات ، وتشتد الإصابة فى العروة الخريفية. وتكافح الحشرة بالرش بأحد المبيدات المناسبة ؛ مثل الأكتيلك ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لترا للفدان ، أو بالسيليكرون ٧٢٪ بمعدل ٧٥٠مل (سم$^{٣}$) / ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

**ومن البدائل الموصى بها لمكافحة الذبابة البيضاء فى مصر ، ما يلى :**

زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب ، وزيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب ، وزيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب ، وزيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد / ١٠٠ لتر ماء .

زيت طبيعى ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل / ١٠٠ لتر ماء .

بيوفلاى ٣X١٠$^{٧}$ وحدة / مل (سم$^{٣}$) معلق بمعدل ١٠٠ مل (سم$^{٣}$)/١٠٠ لتر ماء.

إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل ١,٥ لتر / ١٠٠ لتر ماء .

## حفار ساق الباذنجان

تثقب اليرقات سيقان النباتات وفروعها الغضة ؛ مما يؤدى إلى اصفرار الأوراق وذبولها وجفافها ، وتوقف نمو السيقان أو موتها . وتميز الإصابة بوجود ثقوب فى السيقان ؛ تخرج منها نشارة خشب الساق مخلوطًا بفضلات الحشرة . وإذا أصيبت الدرنات ، فإنها تتعفن وتأخذ لونًا أسود . تشتد الإصابة بالحشرة خلال الفترة من أبريل إلى يونيو .

ولمكافحة الحشرة يراعى إزالة النباتات المصابة والتخلص منها . ويعتبر الرش لمكافحة دودة درنات البطاطس علاجًا كذلك لحفار ساق الباذنجان ( وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٤ ).

## الديدان السلكية

يتبع الديدان السلكية Wireworms عدة أنواع ، منها *Limonius californicus* ، و *L. canus* ، و *Ctenicera pruinia* ، وجميعها تتشابه فى المظهر العام ؛ فهى ديدان

أسطوانية تقريبًا رفيعة وطويلة ، ذو لونٍ بنيّ ضاربٍ إلى الصفرة ، وجلدٍ ناعمٍ وقويّ (شكل ١٢-٣٠ ، يوجد فى آخر الكتاب). ويعرف الطور البالغ منها باسم الخنفساء المطقطقة Click Beetle ؛ وهى بنية إلى سوداء اللون .

## الأضرار

قد تحفر الديدان فى درنة التقاوى أو فى السيقان الحديثة التكوين ، وغالبًا ما تتعرض الأنسجة فى مواقع الضرر للإصابات الفطرية والبكتيرية؛ مما يؤدى إلى عفن قطعة التقاوى أو ضعف النباتات المتكونة منها . وأثناء موسم النمو تحفر الديدان السلكية داخل الدرنات المتكونة . وتكون مواقع دخولها على شكل ثقوبٍ دائريةٍ يبلغ قطرها حوالى ٢-٣ ملليمترات، وتبدو الدرنات المصابة كما لو كانت قد ثقبت بمسمارٍ . وتكون هذه الأنفاق - عادةً - مستقيمةً، وقد تكون عميقةٍ أو سطحيةً ، كما تبطن - عادةً - بالبيريدرم؛ ولذا .. فإنها نادرًا ما تصاب بالفطريات ( شكل ١٢-٣١ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

## دورة الحياة

تحتاج معظم أنواع الديدان السلكية إلى نحو ٣-٤ سنوات لكى تكمل دورة حياتها، وتقضى معظم تلك الفترة فى الطور اليرقى ، ولكن جميع الأطوار قد تتواجد فى وقتٍ واحدٍ أثناء موسم النمو .

تنتقل اليرقات إلى أعلى وإلى أسفل ؛ تبعًا لدرجة الحرارة والرطوبة الأرضية ، ولكنها تقضى معظم موسم نمو البطاطس فى السنتيمترات القليلة السطحية من سطح التربة. وإذا تجاوزت الحرارة فى الطبقة السطحية من التربة ٢٧°م فإنها تتعمق فى التربة . وعندما يكون الشتاء قارس البرودة ، فإنها قد تصل فى التربة إلى عمق ٦٠سم ، ثم تعود إلى الطبقة السطحية عندما ترتفع حرارتها إلى ١٠°م . تحدث معظم الأضرار للبطاطس من جراء نشاط اليرقة خلال العامين الثانى والثالث من تطورها .

تتعذر اليرقة فى التربة ، وتخرج الحشرة الكاملة عادة فى الربيع، وتضع الإناث بيضها فى التربة .

تعيش الديدان السلكية على عديدٍ من العوائل ؛ وهى تتواجد غالبًا بعد النجيليات حتى ولو لم تظهر الإصابة فى حقل النجيليات أثناء نموها .

### المكافحة

تكافح الديدان السلكية بالمعاملة بالمبيدات إما قبل الزراعة – على كل المساحة أو فى خنادق – وإما بعد الإنبات سرًا إلى جانب خطوط الزراعة . وفى جميع الحالات تجب تغطية المبيد وقلبه فى التربة إلى العمق المطلوب ( Univ. Calif. ١٩٨٦ ) .

وفى حالات الإصابة الشديدة يفيد حرث التربة حرثًا عميقًا ؛ وذلك لتعريض اليرقات لأشعة الشمس .

## يرقات الجعال

تنتمى يرقات الجعال White Grubs إلى عدة أنواع ؛ من أهمها خنفساء الجزر *Bothynus gibbosus* ، وخنفساء يونيو ذو العشرة خطوط *Polyphylla decemlineata* .

تلتوى يرقات الجعال عادة على شكل حرف C ( شكل ١٢–٣٢ ) . ويتكون معظم الجسم من بطن أبيض نصف شفاف، وجزء رمادى باهتٍ عند طرفه . أما الرأس والأرجل فهى سوداء . ويبلغ طول اليرقة عند اكتمال نموها حوالى ٣سم . وتتطور اليرقات فى التربة .



شكل ( ١٢–٣٢ ) : يرقة الجعال White Grub .

تقرض اليرقات أجزاءً كبيرة من الدرنة ، قد تغطى معظم سطحها .

تنتشر الإصابة فى الأراضى الرملية التى تسمد بكميات كبيرةٍ من الأسمدة العضوية . ويتعين لمكافحة هذه اليرقات كمر الأسمدة العضوية المضافة إلى التربة – مع الأسمدة الكيميائية – لمدة ٢٠–٣٠ يومًا قبل الزراعة .

## العنكبوت الأحمر

يطلق اسم العنكبوت الأحمر على العنكبوت الأحمر ذى البقعتين Two-spotted spider mite ؛ وهو يعرف بالاسم العلمى *Tetranychus urticae* .

### الأضرار

يُحدث العنكبوت الأحمر أضراره من خلال امتصاصه للعصارة من خلايا البشرة ؛ حيث تظهر على الأوراق المصابة مناطق صفراء يتغير لونها تدريجيًا إلى البنى الضارب إلى الحمرة ، وازديادها فى المساحة، مع زيادة شدة الإصابة إلى أن تغطى معظم سطح الورقة التى سرعان من تجف . وعادةً لا تكتشف الإصابة بالعنكبوت الأحمر قبل ظهور تلك المناطق البنية المحمرة بالأوراق .

### الظروف المناسبة للإصابة

تزداد شدة الإصابة فى الجو الحار الجاف ؛ حيث تتواجد عدة مئات من هذا الحيوان على الورقة الواحدة .

وتُحمل الآفة إلى الحقول السليمة مع الرياح ، وخاصة تلك المثيرة للأتربة والرمال؛ ولذا تبدأ الإصابة – دائمًا – فى جانب الحقل الذى تأتى منه الرياح ، والمجاور للطرق غير المرصوفة التى تأتى منها الأتربة .

### المكافحة

يفيد الرى بالرش فى خفض أضرار العنكبوت الأحمر بزيادة الرطوبة حول النباتات ؛ الأمر الذى لا يناسب الآفة ( Univ. Calif. ١٩٨٦ ).

ويكافح العنكبوت الأحمر فى حالة الإصابات الخفيفة بالرش بالكبريت الميكرونى بمعدل ٢ كجم للفدان. أما عند زيادة خطورة الإصابة ، فإنه تلزم المعاملة بأحد المبيدات التالية :

الكلثين الزيتى ١٨,٥٪ بمعدل ٢٥٠ مل(سم٣) / ١٠٠ لتر ماء .

الكلثين الميكرونى ١٨,٥٪ بمعدل ٢٥٠ جم / ١٠٠ لتر ماء .

التديفول ٢٤,٥٪ بمعدل ٢٥٠ مل / ١٠٠ لتر ماء .

فيرتميك ١,٨٪ مستحلب بمعدل ٤٠ مل (سم٣) / ١٠٠ لتر ماء .

ومن البدائل الأخرى الموصى بها زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب، وزيت سوبر رويـــال ٩٥/ مستحلب ، وزيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب ، وزيت كزد أويل ٩٥٪ مســـتحلب بمعدل لتر واحد / ١٠٠ لتر ماء .

# مصادر الكتاب


الإدارة العامة للإرشاد الزراعى – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ( ١٩٧٧ ). أهم أمراض البطاطس الاقتصادية فى مصر – ٥٢ صفحة .

الإدارة العامة للإرشاد الزراعى – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ( ١٩٧٧ ). زراعة البطاطس – ٤٣ صفحة .

الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ( ١٩٨٣ ). إنتاج الخضر وتسويقها . القاهرة – ٤٢٢ صفحة .

استينو ، كمال رمزى ، وعز الدين فراج ، ومحمد عبدالمقصود محمد ، وورِيد عبدالبر وريد ، وأحمد عبدالمجيد رضوان ، وعبدالرحمن قطب جعفر ( ١٩٦٣ ). إنتاج الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ١٣١٠ صفحة .

حمدى ، سعيد ، وزيدان السيد عبدالعال ، وعبدالعزيز محمد خلف الله ، ومحمد عبداللطيف الشال ، ومحمد محمد عبدالقادر ( ١٩٧٣ ) . الخضر . دار المطبوعات الجديدة – الإسكندرية – ٦٢٣ صفحة .

روبرتس ، دانيال أ. ، وكارل و. بوثرويد ( ١٩٨٦ ) . أساسيات أمراض النبات . ترجمة إبراهيم جمال الدين وآخرون . الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٥٢٣ صفحة.

السعدنى ، مصطفى محمد ، وفاطمة الدرديرى سلام ( ١٩٩٢ ) . الموقف الحالى والتصور المستقبلى لمحصول البطاطس . ندوة قضايا إنتاج وتصدير البطاطس – ٢٦ يناير ١٩٩٢ . مركز الدراسات الاقتصادية الزراعية – كلية الزراعة – جامعة القاهرة.

عطاالله ، علوى عبدالرحمن ( ١٩٧٦ ) . آفات البطاطس . الندوة العلمية لإنتاج وتسويق البطاطس – جمعية منتجى البطاطس – القاهرة .

مرسى ، مصطفى على ، ونعمت عبدالعزيز نور الدين ( ١٩٧٠ ). البطاطس . مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٣٤٦ صفحة .

وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ( ١٩٨٥ ) . برنامج مكافحة الآفات موسم ١٩٨٥/٨٤– ٢٥٩ صفحة .

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية ( ١٩٩٤ ) . زراعة وإنتاج البطاطس – ١٢٦ صفحة .

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية ( ١٩٩٧ ) . برنامج مكافحة الآفات الزراعية – ١٧٢ صفحة .

Abdel-Aal, S. A. , N. M. Kandeel, and S. A. Ahmed. 1991 . Studies on potato haulm killing. II. Productivity of nili plantation. Assiut J. Agric. Sci. 22(5): 171-181.

Abdul-Baki, A. A. and T. Solomons. 1994 . Diffusivity of carbon dioxide through the skin and flesh of Russet Burbank ' potato tubers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(4): 742-746.

Adisarwanto, T. W. 1993. Tuber formation of different potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars at high temperatures. Agrivita 16(1): 38-42. ( c. a. Field Crops Abstr. 47(1) : 455, 1994 ).

Ahloowalia, B. S. 1994. Production and performance of potato mini-tubers. Euphytica 75(3): 163-172.

Ahmed, S. A. and N. M. Kandeel. 1991 . Response of certain potato cultivars to weed control practices with linuron. Assiut J. Agric. Sci. 22(5): 222-236.

Al-Fayyad, M. and M. A. Kasrawi. 1991. Dormancy response of potatoes to gibberellic acid and thiourea. Dirasat. Series B, Pure and Applied Sciences 18(1) : 18-27.

Ali, A. , S. M. M. Alam, and V. Souza Machado. 1995. Potato minituber production from nodal cuttings compared to whole *in vitro* plantlets using low volume media in a greenhouse. Potato Research. 38(1): 69-76.

Allen, E. J. 1978. Plant density, pp. 278-326. In : P. M. Harris. (Ed.). The potato crop. Chapman and Hall, London .

Allen, E. J. , P. J. O'Brien and D. Firman. 1992. An Evaluation of small seed for ware-potato production. J. Agric. Sci. 118(2): 185-193.

Almekinders, C. J. M. and P. C. Struik. 1994. Photothermal response of sympodium development and flowering in potato ( *Solanum tubersun L.* ) under controlled conditions. Netherlands J. Agric Sci. 42(4) : 311-329.

Almekinders, C. J. M. , J. H. Neuteboom, and P. C. Struik. 1995. Relation between berry weight, number of seeds per berry and 100-seed weight in potato inflorescences. Scientia Horticulturae 61(3 / 4): 177-184.

Aksadon, A. A. , H. M. Wahdan, and M. F. Wahby. 1993. Yield and physical properties of potato tuber as influenced by planting depth. J. King Soud Univ., Agric. Sci. 5(2): 227-235.

Andrivon, D. 1995. Biology, ecology, and epidemiology of the potato late blight pathogen *Phytophthora infestans* in soil. Phytopathology 85(10): 1053-1056.

Arif, M. , L. Torrance, and B. Reavy. 1995. Acquisition and transmission of potato mop-top furovirus by a culture of *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* derived from a single cystosorus. Ann. Appl. Biol. 126(3): 493-503.

Avery, G. S. , Jr. , E. B. Johnson , R. N. M. Addoms, and B. F. Thompson. 1947. Hormones and horticulture. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 326 p.

Bailey, R. J. and S. J. Groves. 1992. The effect of irrigation on the yield and nitrogen fertiliser response of potatoes. Aspects of Applied Biology No. 33: 45-50.

Bandara, P. M. S. and K. K. Tanino. 1995. Paclobutrazol enhances minituber in norland potatoes. J. Plant Growth Reg. 14(3): 151-155.

Bartholdi, W. L. 1942. Influence of flowering and fruiting on vegetative growth and tuber yield in potato. Minn. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 150.

Batra, S. W. T. 1993. Male-fertile potato flowers are selectively buzz-pollinated only by *Bombus terricola* Kirby in upstate. New York. J. Kansas Ent. Soc. 66(2): 252-254.

Barta, V. K , Y. S. Malik, and M. L. Pandita. 1994. Effect of growth regulators on seedling tuber production in field. J. Indian Potato Assoc. 21(1-2): 116-121.

Berlinger, M. J. , S. Mordechi, A. Nachmias, and L. Libesku. 1992. Susceptibility of potato cultivars to the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zell. ( In Hebrew With English Summary ) . Hassadeh 72(7): 852-856.

Bhojwani, S. S. and M. K. Razdan. 1983. Plant tissue culture: Theory and Practice. Elsevier, Amsterdam. 502 p.

Bodlaender, K. B. A. 1960. The influence of temperature on the development of potato. Jaarb. Inst. Biol-Scheik. Onderz-Landh Gew. 69-83. ( c. a. Field Crop Abstr. 14: 1316 ).

Bodlaender, K. B. A. 1960. Influence of temperature, radiation and photoperiod on development and yield, pp. 199-210. In : F. L. Milthorpe and J.D. Ivins. (Ed. ). The growth of the potato. Butterworths, London.

Bodlaender, K. B. A. , C. Lught, and J. Marinus. 1964. The Induction of second-growth in potato tubers. Europ. Potato J. 7: 57-71.

Bogucki, S. and D. C. Nelson. 1980. Length of dormancy and sprouting characteristics of ten potato cultivars. Amer. Potato J. 57: 151-157.

Boogert, P. H. J. F. Van den and J. W. Deacon. 1994. Biotrophic mycoparasitism by *Verticillium biguttotum* on *Rhizoctonia solani*. Europ. J. Plant Path. 100(2): 137-156.

Borah, M. N. and F. L. Milthorpe. 1962. Growth of the potato as influenced by temperature. Indian J. Plant Phys. 5: 53-72.

Bowers, J. H., S. T. Nameth, R. M. Riedel, and R. C. Rowe. 1996. Infection and colonization of potato roots by *Vericillium dahliae* as affected by *Pratylenchus penetrans* and *P. crenatus*. Phytopathology 86: 614-621.

Bokx, J. A. de. 1972. Viruses of potatoes and seed potato production. Center for Agricultural publication and Documentation, Wageningen. 233 p.

Brecht, J. K. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. Hortscience 30(1): 18-22.

Brierley, E. R., P. L. R. Bonner, and A. H. Cobb. 1996. Factors influencing the free amino acid content of potato ( *Solanum tuberosum* L. ) tubers during prolonged storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 70(4): 515-525.

Brown, C. R. 1993. Outcrossing rate in cultivated autotetraploid potato. American Potato Journal. 70(10): 725-734.

Brown, C. R., C. G. Edwards, C. P. Yang, and B. B. Dean. 1993. Orange flesh trait in potato : Inheritance and carotenoid content. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118: 145-150.

Brown, C. R., H. Mojtahedi and G. S. Santo. 1995. Introgression of resistance to columbia and Northern root-knot nematodes from *Solanum bulbocastanum* into cultivated potato. Euphytica 83: 71-78.

Bürger, K. H. 1993. Hail insurance for potatoes. Quantitative and qualitative aspects. ( In German ). Kar toffelbau 44(3): 112, 117-119. ( c. a. Field Crop Abstr. 47(10): 6610, 1994 ).

Burke, O. D. 1960. Potato diseases and their control. The Penn. State Univ., College of Agric., Ext. Serv. Circ. No. 349. 24 p.

Burkhead, K. D., D. A. Schisler, and P. J. Slininger. 1994. Pyrrolnitrin production by biological control agent *Pseudomonas cepacia* B37w in culture and in colonized wounds of potatoes. Applied and Environmental Microbiology 60( 6): 2031-2039.

Burkhead, K. D., D. A. Schisler, and P. J. Slininger. 1995. Bioautography shows antibiotic production by soil bacterial isolates antagonistic to fungal dry rot of potatoes. Soil Biology & Biochemistry 27(12): 1611-1616.

Burr, H. K. 1966. Compounds contributing to flavor of potatoes and potato products, pp. 83-97. In : Proceeding of plant science symposium. Campbell Inst. Agric. Res., Camden, N. J.

Burton, W. G. 1948. The potato. Chapman and Hall, London. 319 p.

Burton, W. G. 1963. Concepts and mechanism of dormancy, pp. 17-41. In: F. L. Milthorpe and J. D. Ivins. ( Eds. ). The growth of the potato. Butterworths, London.

Burton, W. G. 1978. The Physics and physiology of storage, pp. 545-606. In: P. M. Harris ( Ed. ). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Bushnell, J. 1925. The relation of temperature to growth and respiration in the potato plant. Minn. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 34.

Caesar, K. and H. Krug. 1965. The effect of daylength on potato (*Solanum tuberosum* L.) yield in low latitudes. (In German). Europ. Potato J. 8: 28-32.

Campbell Institute for Agricultural Research. 1966. Proceedings of plant science symposium. Camden, N. J. 223 p.

Cao, W. and T. W. Tibbitts. 1993. Study of various $NH_4^+/NO_3$ mixtures for enhancing growth of potatoes. J. Plant Nutr. 16(9): 1691-1704.

Cao, W. and T. W. Tibbitts. 1994. Phasic temperature change patterns affect growth and tuberization in potatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(4): 775-778.

Chose, R. W. , N. R. Thompson , R. B. Kitchen , G. H. Silva , R. Hammerchmidt, and D. S. Douches. 1992. Michigold: a yellow-fleshed potato cultivar for fresh market. Amer. Potato J. 69(10): 629-634.

Chaurasia, S. N. S. and K. P. Singh. 1992. Effect of nitrogen levels and haulm cutting on storage behavior of potato cv. Kufri Bahar and Kufri Lalima. Journal of the Indian Potato Association 19(3-4): 148-153.

Claassen, P. A. M. , M. A. W. Budde, and M. H. Van Calker. 1993. Increase in phosphorylase activity during cold-induced sugar accumulation in potato tubers. Potato Res. 36(2): 205-217.

Clayton, R. C. and R. C. Shattock. 1995. Reduced fungicide inputs to control *Phytophthora infestans* in potato cultivars with high levels of polygenic resistance. Potato Res. 38(4): 399-405.

Clough, G. H. 1994. Potato tuber yield, mineral concentration, and quality after calcium fertilization. J. Amer Soc. Hort. Sci. 119(2): 175-179.

Coffin, R. , M. K. Keenan , D. Lynch , A. McKeown , J. Wilson , G. A. Nelson, and R. Yada. 1993. Banana: a yellow-fleshed fingerling type potato for home garden production. Amer. Potato J. 70(1): 1-5.

Conte, E. , G. Imbroglini , P. Bertolini, and I. Camoni. 1995. Presence of sprout inhibitor residues in potatoes in relation to application techniques. J. Agric. Food Chem. 43(11): 2985-2987.

Conway, W. S. , C. E. Sams, and A. Kelman. 1994. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest disease through calcium applications. Hortscience 29(7): 751-754.

Cook, A. A. 1978. Diseases of tropical and subtropical vegetables and other plants. Hafner Pr., N. Y. 381 p.

Cormack, W. F. , D. S. Rogers-Lewis, and J. T. Ward. 1992. Tuber yield and size distribution of cv. Estima as affected by physiological age and fertilizer rate. Aspects of Applied Biology No. 33: 21-28.

Corsini, D. L. , J. J. Pavek, and B. Dean. 1992. Differences in free and protein-bound tyrosine among potato genotypes and the relationship to internal blackspot resistance. Amer. Potato J. 69(7): 423-435.

Costa, J. M. and J. E. Loper. 1994. Derivation of mutants of *Erwinia carotovora* subsp. *betavasculorum* deficient in export of pectolytic enzymes with potential for biological control of potato soft rot. Applied and Environmental Microbiology 60(7): 2278-2285.

Cotterell, J. E. , C. M. Duffus , L. Paterson , G. R. Mackay, M. J. Allison, and H. Bain. 1993. The effect of storage temperature on reducing sugar concentration and the activities of three amylolytic enzymes in tubers of the cultivated potato, *Solanum tuberosum* L. Potato Research 36(2): 107-117.

Courduroux, J. C. 1959. Temperature and tuber-formation in the potato. ( In French ). Bull. Soc. Bot. Fr. 106:322-324. ( c. a. Field Crop Abstr. 14: 286 ).

Cushman, K. E. and T. W. Tibbitts. 1996. Size of Tuber propagule influences injury of ' Kennebec ' potato plants by constant light. Hortscience 31(7): 1164-1166.

Cutter, E. G. 1978. Structure and development of the potato plant, pp. 70-152. In: P. M. Harris ( Ed. ). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Cvikrova, M. , L. S. Sukhova , J. Eder, and N. P. Korableva. 1994. Possible involvement of abscisic acid, ethylene and phenolic acids in potato tuber dormancy. Plant Phys. Biochem. ( Paris ) 32(5): 285-691.

Dale, M. F. B. , D. W. Griffiths, and H. Bain. 1992. Glycoalkaloids in potatoes– shedding light on an important problem. Aspects of Applied Biology No. 33: 221-227.

Dale, M. F. B. , D. W. Griffiths , H. Bain, and D. Todd. 1993. Glycoalkaloid increase in *Solanum tuberosum* on exposure to light. Annals of Applied Biology 123(2): 411-418.

Davis, D. C. 1980. Moisture Control and storage systems for vegetable crops, pp. 310-359. In : C. W. Hall ( Ed. ). Drying and storage of agricultural crops. The Avi. Pub. Co., Inc. Westport, Connecticut.

Davis, J. R. , J. C. Stark , L. H. Sorenson, and A. T. Schneider. 1994. Interactive effects of nitrogen and phosphorus on verticillium wilt of Russet Burbank potato. Amer Potato J. 71(7): 467-481.

Davis, J. R. , J. J. Pavek , D. L. Corsini , L. H. Sorensen , A. T. Schneider , D. O. Everson , D. T. Westermann, and O. C. Huisman. 1994. Influence of continuous cropping of several potato clones on the epidemiology of verticillium wilt of potato. Phytopathology 84(2): 207-214.

Davis, J. R. , O. C. Huisman , D. T. Westerman , S. L. Hafez , D. O. Everson , L. H. Sorensen, and A. T. Schneider. 1996. Effects of green manures on verticillium wilt of potato. Phytopathology 86: 444-453.

DeBoer, S. H. and L. J. Ward. 1995. PCR detection of *Erwinia carotovora* subsp. atroseptica associated with potato tissue. Phytopathology 85: 854-858.

Désiré, S. , J. P. Couillerot, and J. Vasseur. 1995. Dormancy and sprouting of potato ( *Solanum tuberosum* L. ) microtubers produced *in vitro* : effects of sucrose concentration of the tuberization medium, duration of storage 4°C and treatment with gibberellic acid. ( In French with English summary ). Acta Botanica Gallica 142(4): 371-378.

Désiré, S. , J. P. Couillerot, and J. Vasseur. 1995. Sprouting in the greenhouse of potato ( *Solanum tuberosum* L. ) microtubers produced *in vitro* : effect of microtuber diameter and age and planting density on yield. ( In French with English summary ) . Acta Botanica Gallica 142(4): 379-387.

Devlin, R. M. 1975. Plant physiology. D. Van Nostrand Co., N. Y. 600 p.

DiFonzo, C. D. , D. W. Ragsdale , E. B. Radcliffe, and E. E. Banttari. 1994. Susceptibility to potato leafroll virus in potato: effect of cultivar, plant age at inoculation, and inoculation pressure on tuber infection. Plant Disease 78(12): 1173-1177.

DiFonzo, C. D. , D. W. Ragsdale and E. B. Radcliffe. 1995. Potato leafroll virus spread in differentially resistant potato cultivars under varying aphid densities. Amer. Potato J. 72(2): 119-132.

Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi. Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 404 p.

Dixon, G. R. 1984. Plant pathogens and their control in horticulture. MacMillan, London. 253 p.

Ehlenfeldt, M. K. 1992. Evaluation of differential tuber tissue expansion and plant transpiration as methods for early hollow heart screening. Amer. Potato J. 69(9): 537-546.

El-Amin, S. and E. Pehu. 1988. The effect of detuberization on flowering and berry and seed production of potato ( *Solanum tuberosum* ) in khartoum area, pp. 95-101. In: Seminaire Regional Sur Les Cultures Maraicheres. Institut National de la Researche Agronomigue de Tunisie, Tunisia.

El-Asdoudi, A. H. And M. F. Ouf. 1994. Effect of gibberellin on sprouting of potato. Ann. Agric. Sci. ( Cairo ) 39(2): 681-687.

El-Hammady, M. , R. El-Bedewy , F. A. El-Abbas , E. A. Sadik, and A. Yousef. 1995. Simple method for producing virus-free potato seeds through true seeds under field conditions. (In Arabic with English Summary). Arab Universities Journal of Agricultural Sciences 3(1): 127-138.

Engels, C. , R. El-Bedewy, and B. Sattelmacher. 1993. Effects of weight and planting density of tubers derived from true potato seed on growth and yield of potato tubers in Egypt. 1. Sprout growth, field emergence and haulm development. Field Crops Research 35(3): 157-170.

Engels, C. , R. El-Bedewy, and B. Sattelmacher. 1993. Effects of weight and planting density of tubers derived from true potato seed on growth and yield of potato crops in Egypt. 2. Tuber yield and tuber size. Field Crops Research 35(3): 171-182.

Engels, C. , R. El-Bedewy, and B. Sattelmacher. 1993. Seed tuber production from true potato seed ( TPS ) in Egypt and the influence of environmental conditions in different growing periods. Potato Research 36(3): 195-203.

Engels, C. , J. Schwenkel , B. Sattelmacher, and R. El-Bedewy. 1994. Potato production from true potato seed ( TPS ) in Egypt : effect of the growing season on seedling development, recovery from transplanting and yield. Potato Research 37(3): 233-243.

Engels, C. , J. Schwenkel , R. El-Bedewy, and B. Satelmacher. 1995. Effect of the developmental stage of potato seedlings on recovery after transplanting to the field and on tuber yield. Journal of Agricultural Science 124(2): 213-218.

Evans, K and B. B. Broodie. 1980. The origin and distribution of the golden nematode and its potential in the U. S. A. Amer. Potato J. 57: 79-89.

Evans, K. and D. L. Trudgill. 1978. Pest aspects of potato production. Part I. Nematode pests of potatoes, pp. 440-469. In: P. M. Harris. ( Ed. ). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Ewing, E. E. , O. E. Schultz, and A. A. Murka. 1967. Potato production recommendations for New York State. Cornell University, Ithaca, N. Y.

Ezekiel, R. and S. C. Bhargava. 1991. Potato leaf growth as influenced by photoperiod. Plant Physiology and Biochemistry ( New Delhi ) 18(2): 91-95.

Foldo, N. E. 1987. Genetic resources : their preservation and utilization, pp. 10-27. In: G. J. Jellis and D. E. Richardson. ( Eds. ). The production of new potato varieties: technological advances. Cambridge Univ. Pr. Cambridge.

Fontes, P. C. R. , R. A. Reis , Jr., and P. R. G. Pereira. 1996. Critical potatssium concentration and potassium/calcium plus magnesium ratio in potato petioles associated with maximum tuber yields. J. Plant Nutr. 19(3/4): 657-667.

Food and Agriculture Organization of the United Nations ( FAO ). 1996. FAO production yearbook, Vol. 50. Rome, Italy.

Fuchus-Eckert, H. P. 1993. The rediscovery of the Americas by Christopher Columbus and the introduction of the potato in Europe. ( In German with English Summary ). Feddes Repertorium 104(7/8): 519-536. ( c. a. Plant Breed. Abstr. 65(7): 7536, 1995 ).

Gamard, P. and S, H. de Boer. 1995. Evaluation of antagonistic bacteria for suppression of bacterial ring rot of potato. European J. Plant Path. 101(5): 519-525.

Gaudreault, S. M. , M. L. Powelson , N. W. Christensen, and F. J. Crowe. 1995. Soil water pressure and *Verticillium dahliae* interaction on potato. Phytopathology 85: 1542-1546.

Gawronska, H. , M. K. Thornton, and R. B. Dwelle. 1992. Influence of heat stress on dry matter production and photoassimilate partioning by four potato clones. Amer. Potato J. 69: 653-665.

George, R. A. 1985. Vegetable sed production. Longman, London. 318 p.

George, R. A. T. (Ed.). Technical guideline on seed production. Longman, London. 318 p.

Gibson, R. W. 1978. Pest aspects of potato production. Part 2. Pests other than nematodes, p. 470-503. In: P. M. Harris ( Ed. ). The Potato Crop. Chapman and Hall, London.

Gichohi, E. G. and M. K. Pritchard. 1995. Storage temperature and maleic hydrazide effects on sprouting, sugars, and fry color of Shepody potatoes. Amer. Potato J. 72(12): 737-747.

Golmirzaie, A. and F. Serquen. 1992. Correlation between early and late growth characters in an improved true poato seed population. HortScience 24(4): 350-352.

Gopal, J. 1994. Flowering behavior, male sterility and berry setting in tetraploid *Solanum tuberosum* germplasm. Euphytica 72: 133-142.

Goyer, C. and C. Beaulieu. 1997. Host range of streptomycete strains causing common scab. Plant Dis. 81(8): 901-904.

Gray, D. And J. C. Hughes. 1978. Tuber quality, p. 504-544. In: P. M. Harris. (Ed.). The Potato Crop. Chapman and Hall, London.

Griffiths, D. W. , H. Bain, and M. F. B. Dale. 1995. Photoinduced changes in the total chlorogenic acid content of potato ( *Solanum tuberosum* ) tubers. Journal of the Science of Food and Agriculture 68(1): 105-110.

Gunadi, N. , M. J. Potts , R. Sinung-Basuki, and G. A. Watson. 1992. On-Farm development of potato production from true seed in Indonesia. Experimemtal Agriculture 28(1): 31-39.

Gupta, U. C. 1979. Boron nutrition of crops. Adv. Agron. 31: 273-315.

Hammes, P. S. and J. A. de Jager. 1990. Net photosynthetic rate of potato at high temperature. Potato Res. 33: 515-520.

Hampson, M. C. and J. W. Coombes. 1995. Reduction of potato wart disease with crushed crabshell : suppression or eradication. Canad. J. Plant Path. 17(1): 69-74.

Hampson, M. C. , J. W. Coombes, and K. B. McRate. 1994. Pathogensis of *Synchtrium endobioticum*. VIII. Effect of temperature and resting spore density ( Pathotype 2 ) on incidence of potato water disease. Canad. J. Plant Path. 16(3): 195-198.

Hardenburg, E. V. 1949. Potato production. Comstock Pub. Co., Inc., Ithaca, N. Y.

Harju, P. and J. Kankila. 1993. *Erwinia carotovora* contamination of Finnish seed potatoes and the prevalence of bacterial subspecies and serogroups. Agricultural Science in Finland 2(4): 345-352. ( c. a. Rev. Plant Path. 73(8): 5094, 1994).

Harrewijn, P. and P. G. M. Piron. 1994. Pymetrozine a novel agent for reducing

virus transmission by *Myzus persicae*, p. 923-928. In: Brighton crop protection conference, pests and diseases-1994. Vol. 2. British Crop Protection Council, Farnham, U. K. ( c. a. Rev. Plant Path. 74(12): 7927, 1995).

Harris, P. M. 1978. Mineral nutrition, p. 195-243. In: P. M. Harris (Ed.). The Potato Crop. Chapman and Hall, London.

Harris, P. M. 1978. Water, p. 244-277. In: P. M. Harris ( Ed. ). Chapman and Hall, London.

Hartmans, K. J. , P. Diepenhorst, and K. Oosterhaven. 1993. The outlook for carvone as a 'natural' sprouting inhibitor. ( In Dutch ). Kartoffelbau 44(12): 493-496. ( c. a. Field Crop Abstr. 48(11): 8322, 1995).

Hausvater, E. And J. Trnková. 1993. The effectiveness of chemical and biological protection of potato against *Rhizoctonia solani* Kühn. (In Czeck with English Summary). Rostlinná Vyroba 39(11): 1019-1026. ( c. a. Rev Plant Path. 74(11): 7188, 1995).

Haverkort, A. J. and J. Marinus. 1995. Effect of gibberellic acid and multiple harvests on production and reproductive value of seed potatoes produced above ground on stem cuttings. Potato Research. 38(2): 125-131.

Hawkes, J. G. 1978. History of potato, p. 1-14. In: P. M. Harris (Ed.). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Hawkes, J. G. 1990. The Potato: evolution, biodiversity and genetic resources. Belhaven Pr., London. 259 p.

Hawkes, J. G. and J. Francisco-Ortega. 1993. The early history of the potato in Europe. Euphytica 70: 1-7.

Hemberg, T. 1985. Potato rest, p. 353-388. In : P. H. Li (Ed.). Potato physiology. Academic Pr., N. Y.

Hermsen, J. G. Th. 1987. Efficient utilization of wild and primitive species in potato breeding, p. 172-185. In : G. J. Jellis and D. E. Richardson (Eds.). The production of new potato varieties : technological advances. Cambridge Univ. Pr., Cambridge.

Hiddema, J. 1972. Inspection and quality grading of seed potatoes, p. 206-215. In: J. A. de Bokx (Ed.). Viruses of potato and seed-potato production. Centre for Agric. Pub. And Doc., Wageningen.

Hide, G. A. and J. K. Horrocks. 1994. Influence of stem canker (*Rhizoctonia solani* ) Kuhn on tuber yield, tuber size, reducing sugars and crisp colour in cv. Record. Potato Research 37(1): 34-49.

Hide, G. A. and D. H. Lapwood 1978. Disease aspects of potato production, p. 407-439. In: P. M. Harris (Ed.). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Hill, D. S. and J. M. Waller. 1988. Pests and diseases of tropical crops. Longman Scientific & Technical, Essex, England. 432 p.

Hiller, L. K. , D. C. Koller, and R. E. Thornton. 1985. Physiological disorders of potato tubers, p. 389-455. In : P. H. Li (Ed.). Potato physiology. Academic Pr., N. Y.

Hlywka, J. J. , G. R. Stephenson , M. K. Sears, and R. Y. Yada. 1994. Effects of insect damage on glycoalkaloid content in potatoes (*Solanum tuberosum*). Journal of Agricultural and Food Chemistry 42(11): 2545-2550.

Hochmuth, G. J. (1992). Fertilizer management for drip-irrigated vegetables in Florida. HortTechnology 2: 27-32.

Hochmuth, G. J. 1992. Concepts and practices for improving nitrogen management for vegetables. HortTechnology 2: 121-125.

Hochmuth, G. J. 1994. Efficiency ranges for nitrate-nitrogen and potassium for vegetable petiole sap quick tests. HortTechnology 4(3): 218-222.

Hooker, W. J. (Ed.). 1981. Compendium of potato diseases. The Amer. Phytopath. Soc., St. Paul, Minnesota. 125 p.

Horneburg, B. And F. Wirsing. 1995 . The tendency of potato to black spot. 1. Influence of the cultivar on the expression of black spot. ( In German ). Kartoffelbau 46(7): 288-291. ( c. a. Field Crop Abstr. 49(6): 4144, 1996 ).

Horneburg, B. and F. Wirsing. 1995. The tendency of potato tubers to black spot. 2. Influence of fertilizer application and irrigation on the expression of black spot. ( In German ). Kartoffelbau 46(8): 318-320. ( c. a. Filed Crop Abstr. 49(6): 4145, 1996.

Horton, D. and R. L. Sawyer. 1985. The potato as a world food crop, with special reference to developing areas, p. 1-34. In: P. H. Li (Ed.). Potaoto physiology. Academic Pr., N. Y.

Houghland, G. V. C. 1964. Nutrient deficiencies in Potato, p. 219-244. In: H. B. Sprague (Ed.). Hunger signs in crops. David McKay Co., N. Y.

Hourmant, A. , A. Feray , S. Suleiman, and M. Penot. 1995. Role of polyamines in tuberization of potatoes ( *Solanum tuberosum* cv. Bintje ). ( In French with English summary ). Acta Botanica Gallica 142(4): 333-339. ( c. a. Field Crop Abstr. 49(8): 5785, 1996 ).

Howard, H. W. 1978. The production of new varieties, p. 607-646. In: P. M. Harris ( Ed. ). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Hu, X. , F. M. Lai , A. S. N. Reddy, and C. A. Ishimaru. 1995. Quantitative detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepdonicus* by competitive polymerase chain reaction. Phytopathology 85: 1468-1473.

International Potato Center (CIP). 1981. Combining advantages of two potato growing methods. CIP Circular 9(11). 5 p.

Iritani, W. M. , R. Thornton, L. Weller, and G. O'Leary. 1972. Relationships of seed size, spacing, and stem numbers to hybrid of Russet Burbank potatoes. Amer. Potato J. 49: 463-469.

Ittersum, M. K. van. 1992a. Variation in the duration of tuber dormancy within a seed potato lot. Potato Research 35(3): 261-269.

Ittersum, M. K. van. 1992b. Relation between growth conditions and dormancy of seed potatoes. Effects of light. Potato Research 35(4): 377-387.

Ittersum, M. K. van and K. Scholte. 1992a. Shortening dormancy of seed potatoes by storage temperature regimes. Potato Research 35(4): 389-401.

Ittersum, M. K. van and K. Scholte. 1992b. Relation between growth conditions and dormancy of seed potato. 2. Effects of temperature. Potato Research 35(4): 365-375.

Ittersum, M. K. van and P. C. Struik. 1992. Relation between stolon and tuber characteristics and the duration of tuber dormancy in potato. Netherlands J. Agric. Sci. 40(2): 159-172.

Ittersum, M. K. van , F. C. B. Ahen, and J. C. Keijzer. 1992. Morphological changes in tuber buds during dormancy and initial sprout growth of seed potatoes. Potato Res. 35(3): 249-260.

Ittersum, M. K. van. 1993. Advancing growth vigour of seed potatoes by storage temperature regimes. Netherlands J. Agric. Sci. 41(1): 23-36.

Ittersum, M. K. van, and K. Scholte. 1993. Shortening dormancy of seed potatoes by a haulm application of gibberellic acid and storage temperature regimes. Amer. Potato. J. 70(1): 7-19.

Ittersum, M. K. van , K. Scholte, and S. Warshavsky. 1993. Advancing growth vigor of seed potatoes by a balum application of gibberellic acid and storage temperature regimes. Amer Potato J. 70(1): 21-34.

Iwama, K. , T. Hukushima , T. Toshimura, and K. Nakaeseko. 1993. Influence of planting density on root growth and yield in potato. Jap. J. crop Sci. 62(4): 628-635.

Jackson, L. P. 1962. Effects of soil water and temperature on the growth of potato sets. Amer. Potato J. 39: 452-455.

Jackson, S. D. , A. Heyer , J. Dietze, and S. Prat. 1996. Phytochrome B mediates the photoperiodic control of tuber formation in potato. Plant Journal 9(2): 159-166.

Jager, G. and H. Velvis. 1995. Dynamics of *Rhizoctonia solani* ( Black scurf ) in successive potato crops. Europ. J. Plant Path. 101(4): 467-478.

Janowicz, K. , H. Wronkowska, and K. Mazurkiewicz-Zaplowicz. 1994. Interactions between *Globodera rostochiensis* Woll. And *Rhizoctonia solani* on potato. Acta Microbiologica Polonica 43(2): 205-210. ( c. a. Rev. Plant Path. 74(11): 7189, 1995 ).

Jaworski, C. A. , S. C. Phatak , S. R. Ghate, and R. D. Gitatis. 1988. Cultural practices in use of true seeds of potato and screening of tuber-forming *Solanum* species under hot climatic conditions. HortScience 23: 500-504.

Jefferies, R. A. (1993). Responses of potato genotypes to drought. I. Expansion of individual leaves and osmotic adjustment. Ann. Appl. Biol. 112(1): 93-104.

Jefferies, R. A. and D. K. L. Mackerron (1993). Responses of potato genotypes to drought. II. Leaf area index, growth and yield. Ann. Appl. Biol. 122( 1 ): 105-112.

Jenkins, P. D. , T. C. Gillison, and A. S. Al-Saidi. 1993. Temperature accumulation and physiological ageing of seed potato tubers. Ann. Appl. Biol. 122(2): 345-356.

Joern, B. C. and M. L. Vitosh. 1995a. Influence of applied nitrogen on potato. Part I : Yield, quality, and nitrogen uptake. Amer. Potato J. 72(1): 51-63.

Joern, B. C. and M. L. Vitosh. 1995b. Influence of applied nitrogen on potato. Part II : Recovery and partitioning of applied nitrogen. Amer. Potato J. 72(2): 73-84.

Kamla Singh. 1994. Standardizing optimum spacing for transplanting true potato seedlings ( TPS ) in north east hill region. Journal of the Indian Potato Association 21(1-2): 154-156.

Kandeel, N. M. , S. A. Ahmed, and S. A. Abdel-Aal. 1991. Studies on potato haulm killing. I. Yield and tuber quality. Assiut J. Agric. Sci. 22(5): 159-169.

Kapitsimadi, C. 1995. Effect of a long chain aliphatic alcohol ( Triacontanol ) on growth and yield of different horticultural crops. Acta Horticulturae No. 379: 237-243.

Kasmire, R. F. 1983. Influence of mechanical harvesting on quality of nonfruit vegetables. HortScience 18: 421-423.

Khurana, S. C. , M. L. Pandita, and V. K. Srivastava. 1991 . Effect of seed size and rate on potato yield. Journal of the Indian Potato Association 18(3-4): 167-168.

Kingsbury, J. M. 1963. Common poisonous plants. N. Y. State College of Agriculture, Cornell Ext. Bul. No. 538. 32 p.

Kiraly, Z. , Z. Klement , F. Solymosy, and J. Voros. 1974. Methods in plant pathology with special reference to breeding for disease resistance. Elsevier Sci. Pub. Co., London. 509 p.

Kirk, W. W. and B. Marshall. 1992. The influence of temperature on Leaf development and growth in potato in controlled environments. Ann. Appl. Biol. 120(3): 511-525.

Kocacaliskan, I. 1990. Effectiveness of electrical currents in breaking potato tuber dormancy compared with other methods. J. Hort. Sci. 65: 683-687.

Kolbe, H. , K. Muller , G. Olteanu, and T. Gorea. 1995. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer treatments on weight loss and changes in chemical composition of potato tubers stored at $4^{0}$C. Potato Research 38(1): 97-107.

Kolseb, E. , H. Stoppler , H. Vogtmann, and W. Batz. 1991. Potatoes in ecological farming. 2. Storage suitability, tuber contents, and sensory quality. (In German). Kartoffelbau 42(2): 68-75. ( c. a. Field Crop Abstr. 46: 3687, 1993 ).

Kozukue, N. and E. Kozukue. 1987. Glycoalkaloids in potato plants and tubers. HortScience 22: 294-296.

Kratzke, M. G. and J. P. Palta. 1992. Variations in stolon length and in incidence of tuber roots among eight potato cultivars. Amer. Potato J. 69(9): 561-570.

Kriel, C. J. , S. H. Jansky , N. C. Gudmestad, and D. H. Ronis. 1995. Immunity to *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepdonicus*. Screening of exotic *Solanum* species. Euphytica 82: 125-132.

Kriel, C. J. , S. H. Jansky , N. C. Gudmestad, and D. H. Ronis. 1995. Immunity to *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepdonicus* : Inheritance of immunity in *Solanum acaule*. Euphytica 82: 133-139.

Krishnappa, K. S. 1991. Effect of seed size and spacing on the yield of potato. Mysore J. Agric. Sci. 25(2): 229-230.

Krug, H. 1963. Effect of temperature and daylength on the development of the potato plants as a basis of yield formation. ( In German ). Gartenbauwissenschaft 28(10) : 515-564. ( c. a. Field Crop Abstr. 18: 1412 ).

Kryczynski, S. , A. Stawiszynska, and S. Skrzeczkowska. 1992. Pollen transmission of potato spindle tuber viroid ( PSTV ) to pollinated potato plants. Annals of Warsaw Agric. Univ. SGGW-AR, Hort. No. 16: 59 - 64. (c. a. Plant Breed. Abstr. 64(1): 614, 1994).

Kubota, A. , T. L. Thompson , T. A. Doerge, and R. E. Godin. 1996. A petiole sap nitrate test for cauliflower. HortScience 31(6): 934-937.

Kumar, G. N. M. And N. R. Knowles. 1993. Age of potato seed-tubers influences protein synthesis during sprouting. Physiologia Plantarum 89(2): 262-270.

Kunkel, R. 1966. Cultural practices and their effects on potatoes for processing, p. 177-195. In: Proceedings of plant science symposium, Campbell Inst. Agric. Res., Camden, N. J.

Leclerc, Y. , D. J. Donnelly , W. K. Coleman, and R. R. King. 1995. Microtuber dormancy in three potato cultivars. Amer. Potato J. 72(4): 215-223.

Levy, D. 1992. The response of potatoes ( *Solanum tuberosum* L. ) to salinity: plant growth and tuber yield in the arid desert of Israel. Ann. Appl. Bio. 120(3): 547-555.

Levy, D. , E. Fogelman, and Y. Itzhak. 1988. The effect of water salinity on potatoes ( *Solanum tuberosum* L. ): Physiological indices and yielding capacity. Potato Res. 31(4): 601-610.

Li, P. H. and A. Fennell. 1985. Potato frost hardiness, p. 457-479. In: P. H. Li (Ed.). Potato physiology. Academic Pr., N. Y.

Lipe, W. N. , K. Hodnett , M. Gerst, and C. W. Wendt. 1982. Effects of amtitranspirants on water use and yield of greenhouse and field grown onion. HortScience 17: 242-244.

Liu, D. , N. A. Anderson, and L. L. Kinkel. 1995. Biological control of potato scab in the field with antagonistic *Streptomyces scabies*. Phytopathology 85(7): 827-831.

Lommen, W. J. M. 1994. Effect of weight of potato minitubers on sprout growth, emergence and plant characteristics at emergence. Potato Res. 37(3): 315-322.

Lommen, W. J. M. and P. C. Struik. 1994. Field performance of potato minitubers with different fresh weights and convential seed tubers : crop establishment and yield formation. Potato Res. 37(3): 301-313.

Lougheed, E. C. 1987. Interactions of oxygen, carbon dioxide, temperature, and ethylene that may induce injuries in vegetables. HortScience 22: 791-794.

Love, S. L. , T. J. Herrman , A. Thompson-Johns, and T. P. Baker. 1994. Effect and interaction of crop management factors on the glycoalkaloid concentration of potato tubers. Potato Res. 37(1): 77-85.

Love, S. L. , B. K. Werner , H. I. Groza, and A. Thompson-Johns. 1977. Performance of commercially available true potato seed yield grown from tubers. HortScience 32(4): 728-732.

Lozoya-Saldana, H. , F. Abello Jorda, and G. Garcia de la R. 1996. Electrotherapy and shoot tip culture eliminate potato virus X in potatoes. Amer. Potato J. 73(4): 149-154.

Lught, C. K. , B. A. Bodlaender, and G. Goodijk. 1964. Observation on the induction of second growth in potato tubers. Europ. Potato J. 7: 219-227.

Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 66. 94 p.

Lynch, D. R. , N. Foroud , G. C. Kozub, and B. C. Farries. 1995. The Effects of moisture stress at three growth stages on the yield, components of yield and processing quality of eight potato varieties. Amer. Potato J. 72(6): 375-385.

Ma, Q. F. and F. Murray. 1991. Responses of potato plants to sulphur dioxide, water stress and their combination. New Phytologist 118(1): 101-109.

MacKerron, D. K. L. , M. W. Young, and H. V. Davies. 1995. A critical assessment of the value of petiole sap analysis in optimizing the nitrogen nutrition of the potato crop. Plant and Soil 172(2): 247-260.

MacLean, A. A. , D. C. Frost , H. T. Davis, and D. A. Young. 1966. Fertilizer treatment and quality of potatoes for processing, p. 157-175. In: Proceedings of plant science symposium. Campbell Inst. Agric. Res., Camden, N. J.

Maheshwari, S. K. and L. C. Saini. 1992. Black leg of potato and its control. Agr. Sci. Digest ( Karnal ) 12(1): 53-54. ( c. a. Rev. Plantr Path. 74(1): 349, 1995 ).

Maier, N. A. , A. P. Dahlenburg, and C. M. J. Williams. 1994. Effect of nitrogen, phosphorus, and potassium on yield and petiolar nutrient concentration of potato ( *Solanum tuberosum* L. ) cvs. Kennebec and Atlantic. Australian J. Exp. Agric. 34(6): 825-834.

Makepeace, R. J. and J. Holroyd. 1978. Weed control, p. 376-406. In: P. M. Harris ( Ed. ). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Malagamba, P. 1988. Potato production from true seed in tropical climates. HortScience 23: 495-500.

Marinus, J. 1992. The effect of temperature and light during storage of young seed potatoes on inital plant development at early plantings. Potato Res. 35(4): 343-354.

Marinus, J. 1993. Production of above-ground seed tubers on stem cuttings from eight potato cultivars. Potato Res. 36(1): 55-61.

Markarov, A. M. , T. K. Golovko, and G. N. Tabalenkova. 1993. Photoperiodic responses in morphological and functional characteristics of three potato species. Soviet Plant Phys. 40(1) : 32-36. ( c. a. Field Crop. Abstr. 47(2): 1113, 1994 ).

Martin, M. W. 1983. Techniques for successful field seeding of true potato seed. Amer. Potato J. 60: 245.

Martin, M. W. 1988. Cultural practices for using true seed in potato production under temperate climates. HortScience 23: 505-510.

Martin, M. 1992. Spacing between ridges: 75 or 90 cm ? ( In French ). Pomme de Terre Francaise 53(469): 65-69. ( c. a. Filed Crop. Abstr. 47(6): 2732, 1994).

Martin, H. W. , D. A. Gratez , S. J. Locasico, and D. R. Hensel. 1993. Nitrification inhibitor influences on potato. Agron. J. 85(3): 651-655.

Matheny, T. A. , P. G. Hunt, and M. J. Kasperbauer. 1992. Potato tuber production in response to reflected light from different colored mulches. Crop. Sci. 32(4): 1021-1024.

Mazur, T. and A. Voitas. 1992. Effect of nitrogen fertilizer application on the dynamics of nitrogen consumption and the quality of potato tubers (In Russian). Agrokhimiya (1992) No. 5: 11-17. ( c. a. Filed Crop Abstr. 48(1): 408, 1995 ).

McArthur, D. A. J. and N. R. Knowles. 1993. Influence of species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus nutrition on growth, development, and mineral nutrition of potato ( *Solanum tuberosum* L. ). Plant Phys. 102(3): 771-782.

McCann, I. R. and J. C. Stark. 1989. Irrigation and nitrogen management effects on potato brown center and hollow heart. HortScience 24: 950-952.

Melching, J. B. , S. A. Slack, and E. D. Jones. 1993. Field performance of peat-lite mix encapsulated small minitubers. Amer. Potato J. 70(4): 285-299.

Mendoza, H. A. and R. L. Sawyer. 1985. The Breeding program at the International Potato Center (CIP), p. 117-137. In : G. E. Russell ( Ed. ). Progress in plant breeding, Vol. 1. Butterworth & Co., London.

Mikitzel, L. J. 1993. Influencing seed tuber yield of Ranger Russet and Shepody potatoes with gibberellic acid. Amer. Potato J. 70(9): 667-676.

Mikitzel, L. J. 1995. Daminozide applied to the foliage of three potato cultivars increased tuber age number. Amer. Potato J. 72(3): 177-183.

Minges, P. A. (Ed.). 1972. Descriptive list of vegetable varieties. Amer. Seed Trade Assoc., Wash., D. C. 194 p.

Minnotti, P. L. , D. E. Halseth, and J. B. Sieczka. 1994. Field chlorophyll measurement to assess the nitrogen status of potato varieties. HortScience 29(12): 1497-1500.

Mogen, K. L. and D. C. Nelson 1986. Some anatomical and physiological potato tuber characteristics and their relationship to hollow heart. Amer. Potato J. 63: 609-617.

Mondy, N. I. and C. B. Munshi. 1993. Effect of boron on enzymatic discoloration and phenolic and ascorbic acid contents of pot potatoes. J. Agric. Food Chem. 41(4): 554-556.

Mondy, N. I. and C. B. Munshi. 1993. Effect of type of potassium fertilizer on enzymatic discoloration and phenolic, ascorbic acid, and lipid contents of potatoes. J. Agric. Food Chem. 41(6): 849-852.

Mondy, N. I. , S. Chandra, and C. B. Munshi. 1993. Zinc fertilization increases ascorbic acid and mineral cnntents of potatoes. J. Food Sci. 58(6): 1375-1377.

Moorby, J. 1978. The physiology of growth and tuber yield, p. 153-194. In: P. M. Harris ( Ed. ). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Mullin, W. J. , P. Y. Jui , L. Nadeau, and T. G. Smyrl. 1991 . The vitamin C content of seven cultivars of potatoes grown across Canada. Canad. Inst. Food Sci. Tech. J. 24(3/4): 169-171.

Nachmias, A. , Z. Kaufman , L. Livescu , L. Tsror , A. Meiri, and P. D. S. Galigari. 1993. Effects of salinity and its interactions with disease incidence on potatoes grown in hot climates. Phytoparasitica 21(3): 245-255.

Nadler, A and B. Heuer. 1995. Effect of saline irrigation and water deficit on tuber quality. Potato Res. 38(2): 119-123.

Nel, J. J. , B. J. Pieterse, and P. F. Nortje. 1993. Effect of seed rate stem population yield and size distribution of BP1 potatoes. Appl. Plant Sci. 7(1): 16-20.

NIVAA. 1994. Netherlands catalogue of potato varieties 1994. The Hague, The Netherlands. 264 p.

Nylund, R. E. 1966. Introductory remaks, p. 1-9. In: Proceeding: of Plant science seminar. Campbell Inst. Agr. Res., Camden, N. J.

O'Donoghue, E. P. , R. Y. Yada, and A. G. Marangoni. 1995. Low temperature sweetening in potato tubers : the role of the amyloplast membrane. J. Plant Phys. 145(3): 335-341.

Ogilvy, S. E. 1992. The effect of time and method of defoliation on the yield and quality of potatoes. Aspects of Appl. Bio. No. 33: 37-44.

Okeyo, J. A. and M. M. Kushad. 1995. Composition of four potato cultivars in relation to cold storage and reconditioning. HortTechnology 5(3): 250-253.

Organization for Economic Co-operation and Development. 1977. International standardization of fruit and vegetables : Potatoes. OECD, Paris.

Otrysko, B. E. and G. J. Banville. 1992. Effect of *Rhizoctonia solani* on the quality of tubers for processing. Amer. Potato J. 69(10): 645-652.

Pallais, N. 1991. True potato seed : changing potato propagation from vegetative to sexual. HortScience 26: 239-241.

Pallais, N. 1995a. High temperature and low moisture reduce the storage requirement of freshly harvested true potato seed. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(4): 699-702.

Pallais, N. 1995b. Storage factors control germination and seedling establishment of freshly-harvested true potato seed. Amer. Potato J. 72(7): 427-436.

Pallais, N. E. , N. Y. Espinola, R. M. Falcon, and R. S. Garcia. 1991. Improving seedling vigor in sexual seed of potato under high temperature. HortScience 26: 296-299.

Pallais, N. , J. Santos-Rojas, and R. Falcon. 1996. Storage temperature affects sexual potato seed dormancy. HortScience 31(1): 99-101.

Palta, J. 1996. Role of calcium in plant responses to stresses : Linking basic research to the solution of practical problems. HortScience 31(1): 51-57.

Papadopoulos, I. 1992. Phosphorus fertigation of trickle-irrigated potato. Fertilizer Res. 31(1): 9-13.

Parry, D. W. 1990. Plant pathology in agriculture. Cambridge Univ. Pr., Cambridge. 385 p.

Patel, R. L. and V. A. Patel. 1992. Effect of four fungicides on prevention of cut seed piece decay of potato. Agric. Sci. Digest (Karnal) 12( 1 ): 55-56. ( c. a. Field Crop Abstr. 47(2): 1101, 1994 ).

Pavlista, A. D. 1993. Morphological changes and yield enhancement of superior potatoes by AC 243, 654. Amer. Potato J. 70(1): 49-59.

Pavlista, A. D. 1994. Effects of substituted nitroguanidine seed treatments on the potato variety Superior. Amer. Potato J. 71(6): 395-404.

Pavlista, A. D. 1995. Paraffin enhances yield and quality of the potato cultivar Atlantic. J. Prod. Agric. 8(1): 3-4, 40-42.

Percival, G. and G. R. Dixon. 1996. Glycoalkaloid concentrations in aerial tubers of potato ( *Solanum tuberosum* L. ). J. Sci. Food Agric. 70(4): 439-448.

Percival, G. C. , J. A. C. Harrison, and G. R. Dixon. 1993. The influence of temperature on light enhanced glycoalkaloid synthesis in potato. Ann. Appl. Bio. 123(1): 141-153.

Peterson, R. L. , W. G. Barker, and M. J. Howarth. 1985. Development and structure of tubers, p. 123-152. In : P. H. Li (Ed.). Potato physiology. Academic Pr., N. Y.

Petitte, J. M. and D. P. Ormrod. 1992. Sulfur dioxide and nitrogen dioxide affect growth, gas exchange, and water relations of potato plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(1): 146-153.

Piringer, A. A. 1962. Photoperiodic responses of vegetable plants, p. 173-185. In : Proceedings of plant science symposium. Campbell Soup. Co., Camden, N. J.

Plasencia, J. and E. E. Banttari. 1997. Comparison between a culture plate method and an immunoassay to evaluate vascular colonization of potato by *Verticillium dahliae*. Plant Dis. 81: 53-56.

Platt, H. W. 1994. Foliar Application of fungicides affects occurrence of potato tuber rots caused by four foliar pathogens. Canad. J. Plant Path. 16(4): 341-346.

Pohjonen, V. and J. Poatela. 1964. Effect of planting interval and seed tuber size on the gross and net potato yield. Acta. Agric. Scandinavica 24: 126-130.

Quak, F. 1972. Therapy, p. 158-166. In : J. A. de Bokx ( Ed. ). Viruses of potato and seed-potato production. Centre for Agric. Publication and Documentation, Wageningen.

Ranalli, P. , F. Bassi , G. Ruaro , P. del Re , M. di Candilo, and G. Mondolino. 1994. Microtuber and minituber production and field performance compared with normal tubers. Potato Res. 37(4): 383-391.

Rastovski, A. , A. Van Es et el. Storage of potatoes. Center for Agric. Publication and Documentation, Wageningen. 462 p.

Read, P. E. 1982. Plant growth regulator use in field-scale vegetable crops, p. 285-296. In: J. S. McLaren ( Ed.), Chemical manipulation of crop growth and development. Butterworth Scientific, London.

Reeves, A. F. , G. A. Porter, F. E. Manzer , T. M. Work , A. A. Davis, and E. S. Plissey. 1994. MaineChip : a new chipping potato variety for cold storage processing. Amer. Potato J. 71(4): 237-247.

Rex, B. L. 1992. Effect of two plant growth regulators on the yield and quality of Russet Burbank Potatoes. Potato Res. 35(3): 227-233.

Rex, B. L. and G. Mazza. 1989. Cause, control and detection of hollow heart in potatoes : a review. Amer. Potato J. 66: 165-183.

Rich, A. E. 1983. Potato diseases. Academic Pr., N. Y. 238 p.

Ross, A. F. , L. C. Jenness, and M. T. Hilhorn. 1959. Determination of total solids in raw white potatoes, p. 465-468. In: W. F. Talburt and O. Smith. Potato processing. Avi. Pub. Co., Westport, Conn.

Rouchaud, J. , C. Moons , L. Detroux , W. Haquenne , E. Seutin , L. Nys, and J. A. Meyer. 1986. Quality of potatoes treated with selected insecticides and potato-haulm killers. J. Hort. Sci. 61: 239-242.

Roy, R. D. , V. Souza Machado , S. M. M. Alan, and A. Ali. 1995. Greenhouse production of potato ( *Solanum tuberosum* L. cv. Désirée ) seed tubers using *in vitro* plantlets and rooted cuttings in large propagation beds. Potato Res. 38(1): 61-68.

Ruf, R. H. , Jr. 1964. Influence of temperature and moisture stress on tuber malformation and respiration. Amer. Potato J. 41: 377-381.

Rykbost, K. A. and J. Maxwell. 1993. Effects of plant population on the performance of seven varieties in the Klamath basin. Amer. Potato J. 70(6): 463-474.

Sabba, R. P. and B. B. Dean. 1994. Sources of tyrosine in genotypes of *Solanum tuberosum* L. differing in capacity to produce melanin pigments. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(4): 770-774.

Sabba, R. P. and B. B. Dean. 1996. Effect of cold storage on proteinase and chorismate mutase activities in *Solanum tuberosum* L. genotypes differing in blackspot suscebtibility. Amer. Potato J. 73(3): 113-122.

Saeed, I. A. M. , A. E. MacGuidwin, and D. I. Rouse. 1997. Synergism of *Pratylenchus penetrans* and *Verticillium dahliae* manifested by reduced gas exchange in potato. Phytopathology 87: 435–439.

Saeed, I. A. M. , A. E. MacGuidwin, and D. I. Rouse. 1997. Disease progress based on effects of *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus penetrans* on gas exchange in Russet Burbank potato. Phytopathology 87: 440–445.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 208 p.

Scaramella Petri, P. 1963. The Influence of temperature on the morphology of the potato. Europ. Potato J. 6: 242-257.

Schisler, D. A. , C. P. Kurtzman, R. J. Bothast, and P. J. Slininger. 1995. Evaluation of yeasts for biological control of fusarium dry rot of potatoes. Amer. Potato J. 72(6): 339-353.

Schmiedeknecht, G. 1993. Biological control of *Rhizoctonia solani* Kuhn on potatoes by microbial antagonists. (In German with English summary). Arch. Phytopath. Plant Prot. 28(4): 311-320. ( c. a. Rev. Plant Path. 74(6): 3528, 1995 ).

Scott, R. K. and S. J. Wilcockson. 1978. Application of physiological and agronomic principles to the development of the potato industry, p. 678-704. In: P. M. Harris ( Ed. ). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Seelig, R. A. 1972. Fruit & vegetable facts and pointers : potatoes. United Fresh Fruit and Vegetable Association, Alexandria, Virginia. 56 p.

Shabana, M. M. , M. A. Abd El-Fattah, and S. A. Shehata. 1987. The effects of storage on solanine concentration in the potato tubers. Egypt. J. Hort. 14: 137-142.

Sharma, U. C. and B. R. Arora. 1989. Critical nutrient ranges for potassium in potato leaves and petioles J. Hort. Sci. 64: 47-51.

Shashirekha, M. N. and P. Narasimham. 1989. Pre-planting treatment of seed potato tuber pieces to break dormancy, control tuber piece decay and improve yield. Exper. Agric. 25(1): 27-33.

Shtienberg, D. , D. Blachinsky , G. Ben-Hador, and A. Dinoor. 1996. Effects of growing season and fungicide type on the development of *Alternaria solani* and on potato yield. Plant Dis. 80: 994-998.

Silva, G. H. , R. W. Chase , R. Hammerschmidt , M. L. Vitosh, and R. B. Kitchen. 1991. Irrigation, nitrogen and gypsum effects on specific gravity and internal defects of Atlantic potatoes. Amer. Potato J. 68(11): 751-765.

Sinden, S. L. 1987. Potato glycoalkaloids. Acta Hort. 207: 41-47.

Slack, S. A. , J. L. Drennan , A. A. G. Westra , N. C. Gudmestad, and A. E. Oleson. 1996. Comparison of PCR, ELISA, and DNA hybridization for the detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepdonicus* in field-grown potatoes. Plant Dis. 80: 519-524.

Smid. E. J. and L. G. M. Gorris. 1994. Storage conditions and fertilization affect bacterial soft rot. Kartoffelbau 45(8): 313-315. ( c. a. Rev. Plant Path. 74(9): 5722, 1995 ).

Smith, O. 1968. Potatoes: production, storing, processing. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 642 p.

Smith, K. M. 1977. ( 6th ed. ). Plant viruses. Chapman and Hall, London 241 p.

Sneep, J. and A. J. T. Hendriksen. ( Eds. ) and O. Holbek. ( Coed. ). 1979. Plant breeding perspectives. Centre for Agric. Pub. And Doc., Wageningen. 435 p.

Solanke, A. V. and J. T. Nankar. 1993. Economics of seedling tubers production from true potato seed in different entries. J. Indian Potato Assoc. 20(3/4): 198-200.

Stalknecht, G. F. 1983. Application of plant growth regulators to potatoes: production and research, p. 161-176. In: L. G. Nickell (Ed.). Plant growth regulating chemicals. Vol. II. CRC Pr., Inc., Boca Raton, Florida.

Stark, J. C. , I. R. McCann , D. T. Westermann , B. Izadi, and T. A. Tindall 1993. Potato response to split nitrogen timing with varying amounts of excessive irrigation. Amer. Potato J. 70(11): 765-777.

Sterling, C. 1966. Anatomy and histology of the tuber with respect to processed quality, p. 11-25. In: Proceedings of plant science symposium. Campbell Inst. Agr. Res., Camden, N. J.

Stevens, L. H. and E. Davelaar. 1996. Isolation and characterization of blackspot pigments from potato tubers. Phytochemistry 42(4): 941-947.

Stevenson, F. J. and C. F. Clark. 1937. Breeding and genetics in potato improvement, p. 405-444. In: Yearbook of agriculture: better plants and animals II. U. S. Dept. Agric., Wash., D. C.

Stewart, H. E. , J. E. Bradshaw, and R. L. Wastie. 1994. Correlation between resistance to late blight in foliage and tubers in potato clones from parents of contrasting resistance. Potato Res. 37(4): 429-434.

Steyn, J. M. , H. F. du Plessis, and P. F. Nortje. 1992. The effect of different water regimes on Up-to-Date potatoes. I. Vegetative development,

photosynthetic rate and stomatal diffusive resistance. (In African). South African Journal of Plant and Soil 9(3): 113-117. (c. a. Field Crop Abstr. 46: 1141, 1993 ).

Steyn, J. M. , H. F. du Plessis, and P. F. Nortje. 1992. The effect of different water regimes on Up-to-Date potatoes. II. Yield, size distribution, quality and water use. South African Journal of Plant and Soil 9(3): 118-122. ( c. a. Field Crop Abster. 46: 1142, 1993 ).

Struik, P. C. , A. J. Haverkort , D. Vreugdenhil , C. B. Bus, and R. Dankert 1990. Manipulation of tuber-size distribution of a potato crop. Potato Res. 33: 417-432.

Susnoschi, M. 1981. Seed potato quality as influenced by high tempeatures during the growth period. I. Effect of storage temperature on sprout growth. Potato Res. 24: 371-379.

Suttle, J. C. 1995. Postharvest changes in indogenous ABA Levels and ABA metabolism in relation to dormancy in potato tuber. Physiologia Plantarum 95(2): 233-240.

Talburt, W. F. and O. Smith (1959). Potato processing. Avi. Pub. Co., Westport, Conn. 475 p.

Taylor, M. A. , L. R. Burch, and H. V. Davies. 1993. Change in polyamine biosynthesus during the initial stages of tuberisation in potato ( *Solanum tuberosum* L. ) J. Plant Phys. 141(3): 370-372.

Thakur, K. C. , M. D. Upadhya , S. N. Bhargava, and A. Bhargava. 1994. Bulk pollen extraction procedures and the potency of the extracted pollen. Potato Res. 37(3): 245-248.

Thompson, H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGrraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 611 p.

Thomson, N. , R. F. Evert, and A. Kelman. 1995. Wound healing in whole potato tubers : a cytochemical, fluorescence, and ultrastructural analysis of cut and bruise wounds. Canad. J. Bot. 73(9): 1436-1450.

Thoronton, M. K. , N. J. Malik, and R. B. Dwelle. 1996. Relationship between leaf gas exchange characteristics and productivity of potato clones grown at different temperatures. Amer. Potato J. 73(2): 63-77.

Tossey, R. D. 1963. The influence of sprout development at planting on subsequent growth and yield, p, 79-66. In: F. L. Milthorpe and J. D. Ivins (Eds.). The growth of the potato. Butterworths, London.

Trudgill, D. L. 1992. Mechanisms of damage and of tolerance in nematode infested plants, p. 133-145. In: F. J. Gommers and P. W. Th. Maas ( Eds. ). Nematology from molecule to ecosystem. Europ. Soc. Nematologists, Dundee, U. K. ( c. a. Filed Crop Abstr. 46: 4466, 1993 ).

Tsror, L. , A. Nachmias , D. Erlich , M. Aharon, and M. C. M. Pèrombelon 1993. A 9-year monitoring study of diseases on potato seed tubers imported to Israel. Phytoparasitica 21(4): 321-328.

Twiss, P. T. G. 1963. Quality as influenced by harvesting and storage, p. 281-291. In: F. L. Milthorpe and J. D. Ivins ( Eds. ). The growth of the potato. Butterworths, London.

University of California. 1986. Integrated pest management for potatoes in the Western United States. Div. Agric. Nat. Resources. Pub. 3316. 146 p.

Valkonen, J. P. T. , M. Kekitalo, T. Vasara, and L. Pietila. 1996. Potato glycoalkaloids: a burden or a blessing ? Critical Reviews in Plant Sciences 15(1): 1-20.

Van de Waart , M. 1993. Presprouting at low temperatures can increase the number of tubers. ( In German ). Kortoffelhau 44(1): 18-20. ( c. a. Field Crop Abstr. 46: 6848, 1993 ) .

Van der Zaag, D. E. 1972. Dutch techniques for growing seed potatoes, p. 188-205. In : J. A. de Bokx (Ed.). Viruses of potato and seed-potato production. Centre for Agric. Pub. And Doc., Wageningen.

Vanneste, J. L. , J. H. Perry , L. J. Perry-Meyer, and R. J. Redford. 1994. *Erwinia herbiocla* Eh252 as a biological control agent of bacterial soft rot on potatoes, p. 198-200. In: A. J. Popay (Ed.). Proceedings of the forty seveth New Zealand plant protection conference ( c. a. Rev. Plant Path. 75(4): 2427, 1996 ).

Varis, E. , A. Pietila, and K. Koikkalainen. 1996. Comparison of conventional, integrated and organic potato production in fixed experiments in Finland. Acta Agric. Scandinavica. Sect. B, Soil and Plant Science 46(1): 41-48. ( c. a. Field Crop Abstr. 49(7): 4914, 1996 ).

Vecchio, V. , P. Casini , S. G. Ferraro, and M. Caligiuri. 1991. Use of potato microtubers in seed tuber production. ( In Italian ). Infomatore Agrario 47(39): 35-41. ( c. a. Field Crop Abstr 45: 1081, 1992 ) .

Vecchio, V. , P. Casini, and M. Caligiuri. 1991. Effect of planting density of potato ( *Solanum tuberosum* L. ) cultivars on yield and seed tuber size distribution. ( In Italian with English Summary ). Sementi Elette 37(6): 13-19. ( c. a. Field Crop Abstr. 46: 5164, 1993 ).

Veerman, A. and C. D. van Loon. 1993. Prevention of berry formation in potato plants ( *Solanum tuberosum* L. ) by single foliar applications of herbicides or growth regulators. Potato Res. 36(2): 135-142.

Virgin, H. L. and C. Sundqvist. 1992. Pigment formation in potato tuber (*Solanum tuberosum*) exposed to light followed by darkness. Physiologia Plantarum 86(4): 587-592.

Vitosh, M. L. and G. H. Silav. 1994. A rapid petiole sap nitrate-nitrogen test for potatoes. Communications in Soil Science and Plant Analysis 25(3-4): 183-190.

Vitosh, M. L. and G. H. Silva. 1996. Factors affecting potato petiole sap nitrate tests. Communications in Soil Science and Plant Analysis 27(5-8): 1137-1152.

Vokou, D. , S. Vareltzidou, and P. Katinakis. 1993. Effects of aromatic plants on potato storage: Sprout suppression and antimicrobial activity. Agriculture, Ecosystem & Environment 47(3): 223-235.

Vos, J. 1995. The effects of nitrogen supply and stem density on leaf attributes and stem branching in potato ( *Solanum tuberosum* L. ) . Potato Res. 38(3): 271-279.

Vries, P. M. de and J. W. L. van Vuurde. 1993. Survival of *Erwinia carotovora* spp. *atroseptica* on seed potato. ( In Dutch ) . Gewasbescherming 24(4): 103-108. ( c. a. Rev. Plant Path. 73(4): 2303, 1994 ).

Walker, J. C. 1969. Plant pathology. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 819 p.

Walworth, J. L. and J. E. Muniz. 1993. A compendium of tissue nutrient concentrations for field-grown potatoes. Amer. Potato J. 70(8): 579-597.

Wan, W. Y. , W. Cao, and T. W. Tibbitts. 1994. Tuber initiation in hydroponically grown potatoes by alteration of solution pH. HortScience 29(6): 621-623.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. ( 3rd ed. ). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607 p.

Waring, P. F. 1982. The control of development of the potato plant by endogenous and exogenous growth regulators, p. 129-138. In: J. S. McLaren (Ed.). Chemical manipulation of crop growth and development. Butterworth Scientific, London.

Wastie, R. L., G. R. Mackay, and A. Nachmias. 1994. Effect of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* alone and with *Alternaria solani* or *Verticillium dahliae* on disease development and yield of potatoes in Israel. Potato Res. 37(11): 113-120.

Watt, B. K. and A. L. Merrill. 1963. Composition of foods. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 8. 190 p.

Weaver, R. J. 1972. Plant growth substances in agriculture. S. Chand & Co. Ltd, New Delhi. 594 p.

Weaver, J. E. and W. E. Bruner. 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Co., N. Y. 351 p.

Werner, H. O. 1934. The effect of a controlled nitrogen supply with different photoperiods upon the development of the potato plant. Nebr. Agric. Exp. Sta. Bul. 75.

Westermann, D. T. , T. A. Tindall, D. W James, and R. L. Hurst. 1994. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity. Amer. Potato J. 71(7): 417-431.

Westermann, D. T. , D. W. James, T. A. Tindall, and R. L. Hurst. 1994. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes : sugars and starch. Amer. Potato J. 71(7): 433-453.

Westermann, D. T. , S. M. Bosma, and M. A. Kay. 1994. Nutrient concentration relationships between the fourth peticle and upper-stem of potato plants. Amer. Potato J. 71(12): 817-528.

Westra, A. A. G. , S. A. Slack, and J. L. Drennan. 1994. Comparison of some diagnostic assays for bacterial ring rot of potatoes: a case study. Amer. Potato J. 71(9): 557-565.

Wheeler, B. E. J. 1969. An introduction to plant diseases. John Wiley & Sons Ltd., London. 374 p.

Wheeler, T. A. , R. C. Rowe , R. M. Ridel, and L. V. Madden. 1994. Influence of cultivar resistance to *Verticillium* spp. on potato early dying. Amer. Potato J. 71(1): 39-57.

White, J. W. 1983. Pollination of potatoes under natural conditions. International Potato Center, Lima Peru. Circ. 11(2): 1-2.

White, R. P. , D. C. Munro, and J. B. Sanderson. 1974. Nitrogen, potassium, and plant spacing effects on yield, tuber size, specific gravity and tissue N, P, and K of Netted Gem potatoes. J. Plant Sci. 54: 535-539.

Whitesides, R. E. ( Compiler ). 1981. Oregon weed control handbook. Ext. Serv., Oregan State University, Corvallis. 162 p.

Wicks, T. J. , B. Morgan, and B. Hall. 1995. Chemical and biological control of *Rhizoctonia solani* on potato seed tubers. Australian Journal of Experimental Agriculture 35(5): 661-664.

Wicks, T. J. , B. Morgan, and B. Hall. 1996. Influence of Soil fumigation and seed tuber treatment on the control of *Rhizoctonia solani* on potatoes. Australian Journal of Experimental Agriculture 36(3): 339-345.

Williams, R. O. and A. H. Cobb. 1992. The relationship between storage temperature, respiration, reducing sugar content and reconditioning regime in stored potato tubers. Aspects of Applied Biology No. 33: 213-220.

Wolters, P. J. and W. W. Collins. 1994. Evaluation of diploid potato clones for resistance to tuber soft rot induced by strains of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica, E. carotovora* subsp. *carotovora* and *E. chrysanthemi.* Potato Res. 37(2): 143-149.

Wu, M. T. and D. K. Salunkhe. 1972. Inhibition of chlorophyll and solanine formation and sprouting of potato tubers by oil dipping J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 614-616.

Wurr, D. C. E. 1978. ' Seed ' tuber production and management, p. 327-354. In: P. M. Harris ( Ed. ). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Wurr, D. C. E. , J. R. Fellows, and E. J. Allen. 1992. Determination of optimum tuber planting density in the potato varieties Pentland Squire, Cara, Estima, Maris Piper and King Edward. J. Agric Sci. 119(1): 35-44.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables : principles, production and nutritive value. Avi. Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 415 p.

Yamaguchi, M. , H. Timm, and A. R. Spurr. 1964. Effects of soil temperature on growtb and nutrition of potato plants and tuberization, compsition, and peridern structure of tubers. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84: 412-423.

Van der Zaag, D. E. 1991. The potato crop in Saudi Arabia. Saudi Potato Development Programme, Ministry of Agriculture and Water, Riyadh. 205 p.

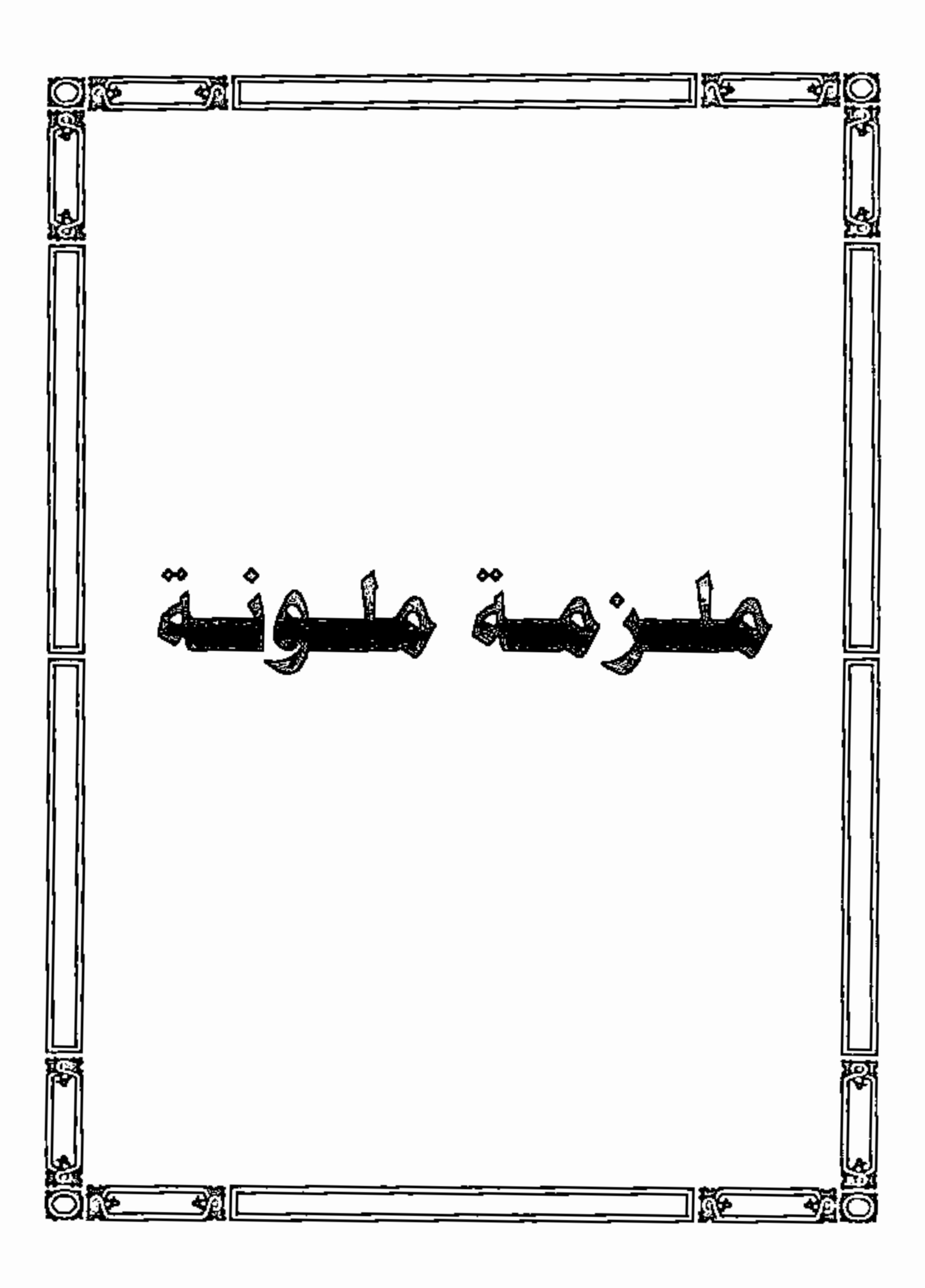
Zhang, X. J. , J. S. Wang, and Z. D. Fang. 1993. Control of potato soft rot (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* ( Jones ) Dye) by copper sulphate and its effect on some enzymes in tubers. ( In Chineese with English summary ). Acta Pbytopathologica Scinica 23(1): 75-79. ( c. a. Rev. Plant Path. 73(2): 1031-1031.

Ziedan, M. I. (Ed.). 1980. Index of plant diseases in Egypt. Inst. Plant Path., Agric. Res. Center, Cairo, Egypt 95 p.

Zorn, W. 1995. Potassium deficiency in potatoes. ( In German ) . Kartoffelbau 46(2) : 50-51. ( c. a. Field Crop Abstr. 48(12): 9095, 1995.

Zrenner, R., K. Schüler, and Y. Sonnewald. 1996. Soluble acid invertase determines the hexose-to-sucrose ratio in cold-stored potato tubers. Planta 198(2): 246-252.

Zrust, J. 1995. The effect of drought on the potato leaf area. Scientia Agriculturae Bohemica 26(3): 177-188.

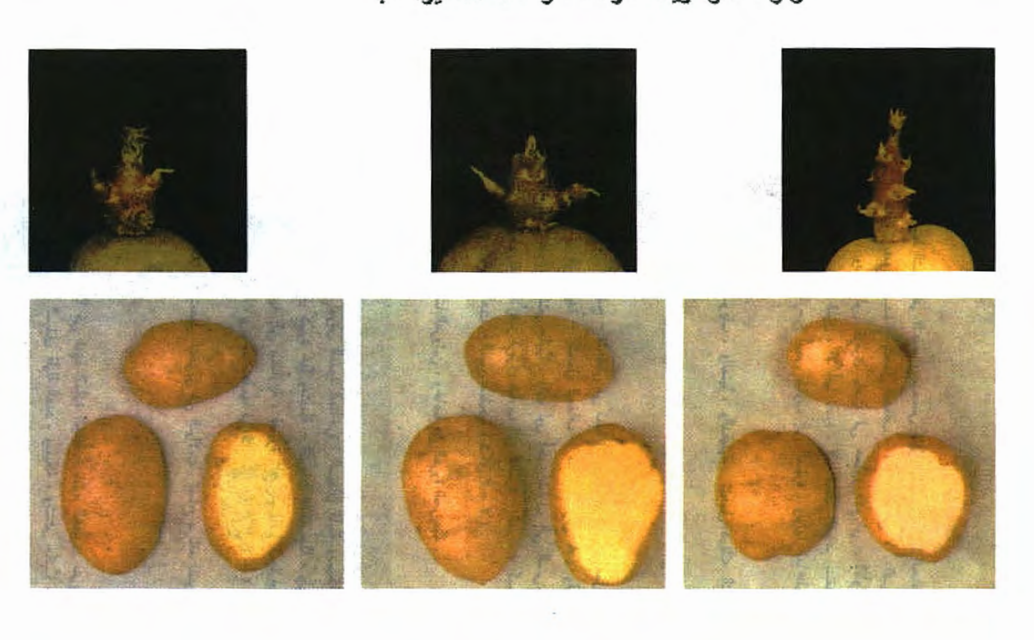


# ملزمة ملونة



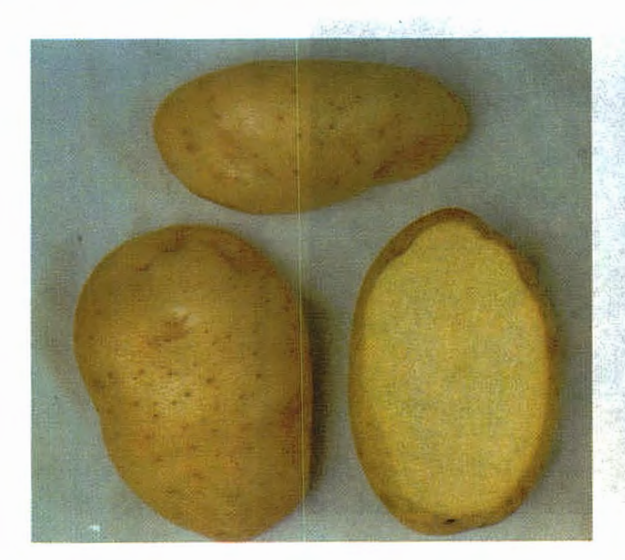
٣ - ١

شكل ( ٣-١ ) : نبت الدرنة فى البطاطس . تختلف الدرنات كثيرًا فى طريقة نمو النبت ، وشكله، ولونه ، وطريقة تفرعه ، وكثافة الشعيرات به .



٣ - ٢

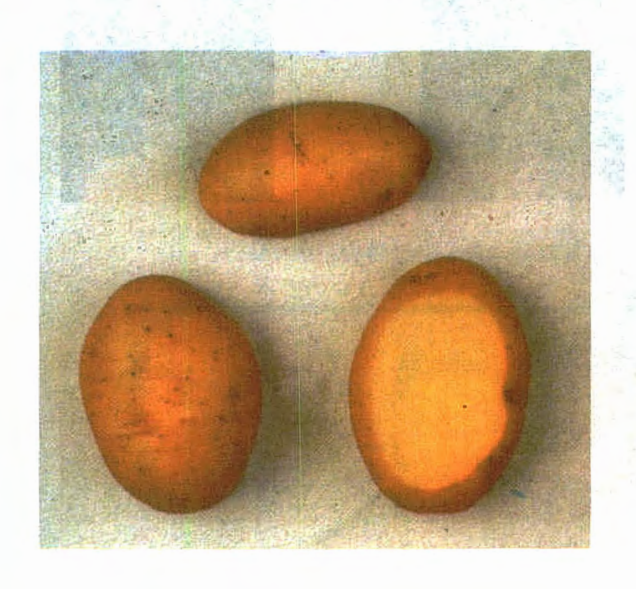
شكل ( ٣-٢ ) : مواصفات الدرنة والنبت فى أصناف البطاطس آياكس Ajax ، وألفا Alpha وأران بانر Arran Banner ( من اليسار إلى اليمين على التوالى) .





٣ – ٣

شكل ( ٣-٣ ) : مواصفات الدرنة والنبت فى صنف البطاطس بركة Barka .





٣ – ٤

شكل ( ٣-٤ ) : مواصفات الدرنة والنبت فى صنف البطاطس أكسنت Accent .





٣ - ٥

شكل ( ٣-٥ ) : مواصفات الدرنة والنبت فى صنف البطاطس كاردينال Cardinal .



٦ - ٢

شكل ( ٦-٢ ) : أعراض نقص النيتروجين فى البطاطس .



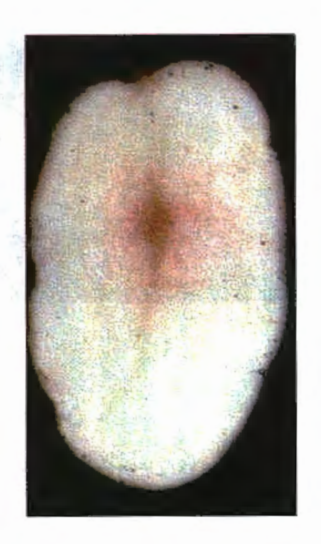
٦ – ٣

شكل ( ٦-٣ ) : أعراض نقص البوتاسيوم فى البطاطس .

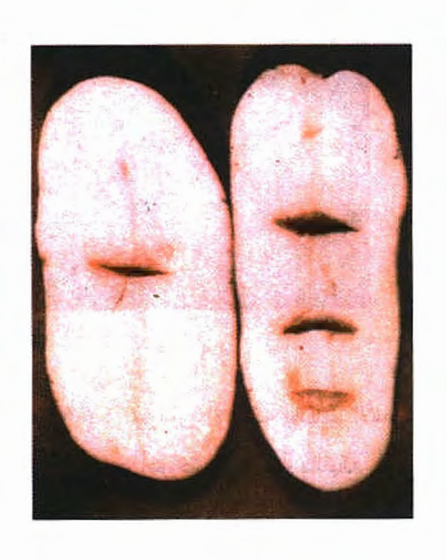


٦ – ٤

شكل ( ٦– ٤ ) : أعراض نقص المغنيسيوم فى البطاطس .



٩ – ٤



٩ – ٥

شكل ( ٩–٤ ) : موت بعض خلايا النخاع فى بداية تكوين القلب الأجوف .

شكل ( ٩–٥ ) : أعراض القلب الأجوف فى البطاطس .

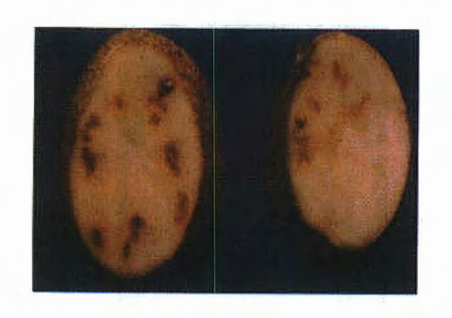
٩ – ٦



٩ – ٧

شكل ( ٩–٦ ) : أعراض تشققات النمو growth cracks فى البطاطس .

شكل ( ٩–٧ ) : أعراض التشققات السطحية والتفلقات التى تتكون عند معاملات الدرنات بخشونة بعد الحصاد .



١٠ - ٩

٩ - ٩

شكل ( ٩-٩ ) : أعراض الإصابة بالقلب الأسود فى البطاطس .

شكل ( ٩-١٠ ) : أعراض الإصابة بالتبقع البنى الداخلى فى البطاطس .





١٣ - ٩

١١ - ٩

شكل ( ٩-١١ ) : أعراض الإصابة بالتبقع الأسود فى البطاطس .

شكل ( ٩-١٣ ) : العديسات الكبيرة فى درنة البطاطس .

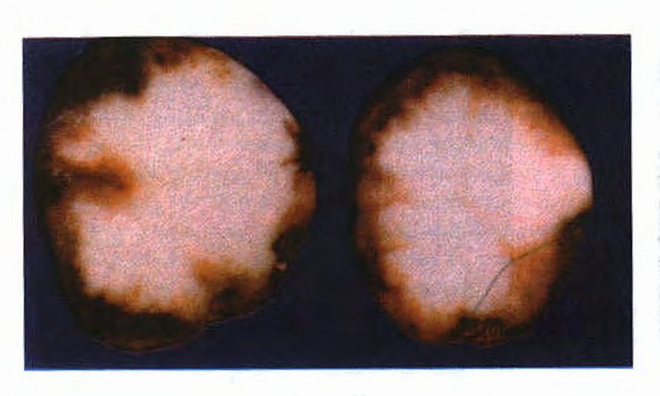


١١ - ٢

شكل ( ١١-٢ ) : الإكثار الأولى للبطاطس بالعقل الساقية قبل إنتاج أول جيلٍ من الدرنات.



١٢ - ١



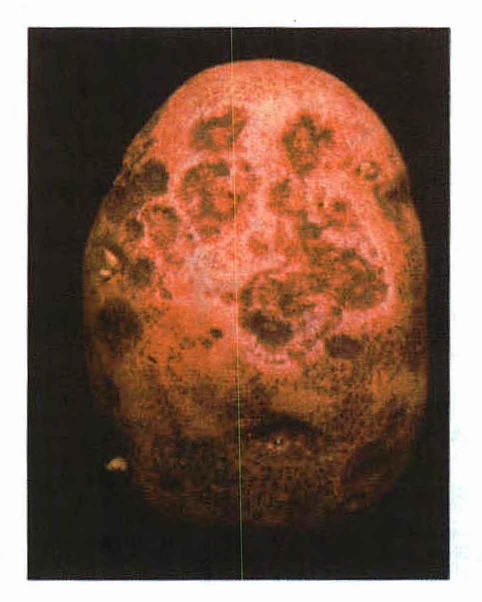
١٢ - ٢

شكل ( ١٢-١ ) : أعراض الإصابة بالندوة المتأخرة على ورقة البطاطس .

شكل ( ١٢-٢ ) : أعراض الإصابة بالندوة المتأخرة فى درنات البطاطس .



١٢ - ٣



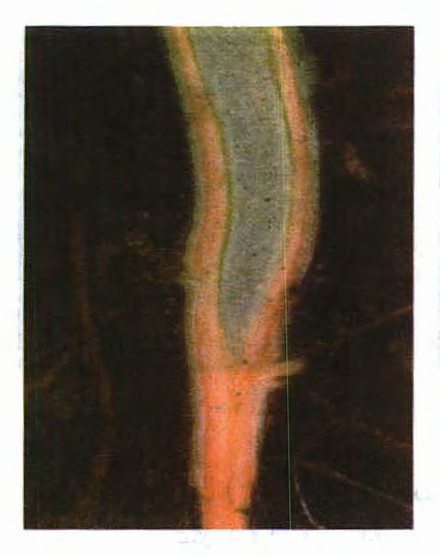
١٢ - ٤

شكل ( ١٢-٣ ) : أعراض الإصابة بالندوة المبكرة على ورقة البطاطس .

شكل ( ١٢-٤ ) : أعراض الإصابـــة بالندوة المبكرة فى درنة البطاطس .



١٢ - ٥



١٢ - ٦

شكل ( ١٢-٥ ) : أعراض الإصابة بذبول فيرتسيليم على النمو الخضـــرى للبطاطس .

شكل ( ١٢-٦ ) : مظهر الإصابة بذبول فيرتسليم فى القطاع العرضى لساق البطاطس .





١٢ – ٧

١٢ – ٨

شكل ( ١٢–٧ ) : أعراض الإصابة بالقشرة السوداء Black Scurf على درنات البطاطس ونمواتها الجديدة .

شكل ( ١٢–٨ ) : أعراض الإصابة بالقشرة السوداء على الأجزاء تحت الأرضية من النبات .





١٢ – ١١

١٢ – ١٠

شكل ( ١٢–١٠ ) : أعراض الإصابة بالعفن الجاف الفيوزارى فى درنات البطاطس .

شكل ( ١٢–١١ ) : أعراض الإصابة بالعفن الوردى فى درنات البطاطس : يكون لنسيج الدرنة المصاب حافة داكنة ، ولكن لا يكون النسيج المصاب ذاته ملونًا عند بداية قطع الدرنة ( الدرنة الوسطى )، ويتحول النسيج المصاب إلى اللون الوردى بعد نحو نصف ساعةٍ من قطع الدرنة ( على اليسار )، ثم إلى اللون الأسود بعد نحو نصف ساعةٍ أخرى ( على اليمين ).



١٢ - ١٣



١٢ - ١٤

شكل ( ١٢-١٣ ) : أعراض الإصابة بالنقطة السوداء Black Dot فى ساق البطاطس حيث تظهر الأجسام الحجرية الكاذبة pseudosclerotia للفطر .

شكل ( ١٢-١٤ ) : أعراض الإصابة بالجذع الأسود Black Leg على ساق وأوراق البطاطس .



١٢ - ١٦

شكل ( ١٢-١٦ ) : أعراض الإصابة بفيرس التفاف أوراق البطاطس على نبات نتج من زراعة درنة مصابة .



١٢ - ١٧

شكل ( ١٢-١٧ ) : أعراض الإصابة بفيرس التفاف أوراق البطاطس انتقل فيها الفيرس إلى النبات أثناء نموه بواسطة حشرة المنّ .



١٢ - ٢٠

شكل ( ١٢-٢٠ ) : أعراض الإصابة بسلالة شديدة الضراوة من فيرس إكس البطاطس PVX .



١٢ - ٢١

شكل ( ١٢-٢١ ) : أعراض الإصابة بفيرس واى البطـــاطس علـــى الســـطح الســـفلى لورقـــة البطاطس؛ حيث يلاحظ وجود خطوط رفيعة متحللة على امتداد العروق .



١٢ - ٢٢

شكل ( ١٢-٢٢ ) : أعراض الإصابة بفيرس موزايك البرسيم الحجازى على أوراق البطاطس .



١٢ - ٢٢

شكل ( ١٢-٢٣ ) : أعراض الإصابة بفيرس موزايك البرسيم الحجازى على درنات البطاطس .



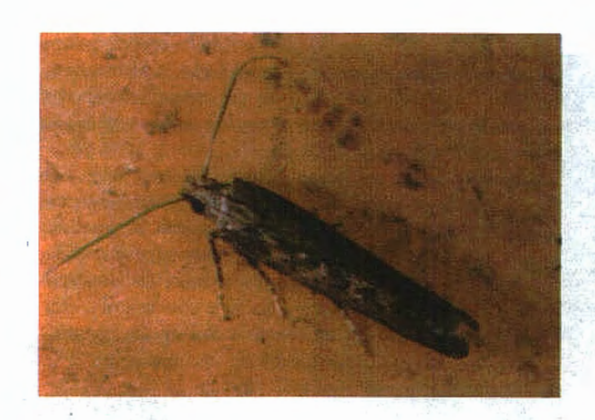
١٢ - ٢٤



١٢ - ٢٥

شكل ( ١٢-٢٤ ) : الطور اليرقى لفراشة درنات البطاطس .

شكل ( ١٢-٢٥ ) : أعراض الإصابة بدودة درنات البطاطس فى الدرنات .



١٢ - ٢٦

شكل ( ١٢-٢٦ ) : فراشة درنات البطاطس .



١٢ - ٢٧

شكل ( ١٢-٢٧ ) : الطور غير المجنح لحشرة منّ الخوخ الأخضر .



١٢ - ٢٢

شكل ( ١٢-٢٨ ) : الطور المجنح لحشرة منّ الخوخ الأخضر .



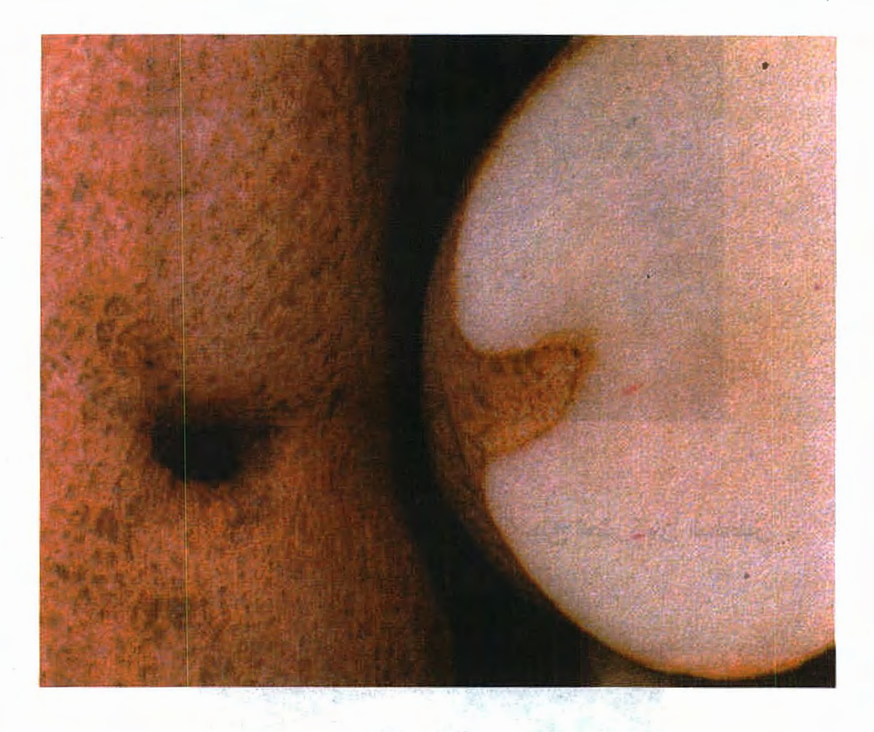
١٢ - ٢٩

شكل ( ١٢-٢٩ ) : الطوران المجنح وغير المجنح لحشرة منّ البطاطس .



١٢ - ٣٠

شكل ( ١٢-٣٠ ) : الطور اليرقى للديدان السلكية .



١٢ - ٣١

شكل ( ١٢-٣١ ) : أضرار وعلامات الإصابة بالديدان السلكية فى الدرنات .